SYSTÈME SOLAIRE

BRUNO LECIGNE

ALBERTO FOCHE

URANUS

LE CRISTAL BLEU

Glénat | Observatoire de Paris | PSL

SYSTÈME SOLAIRE

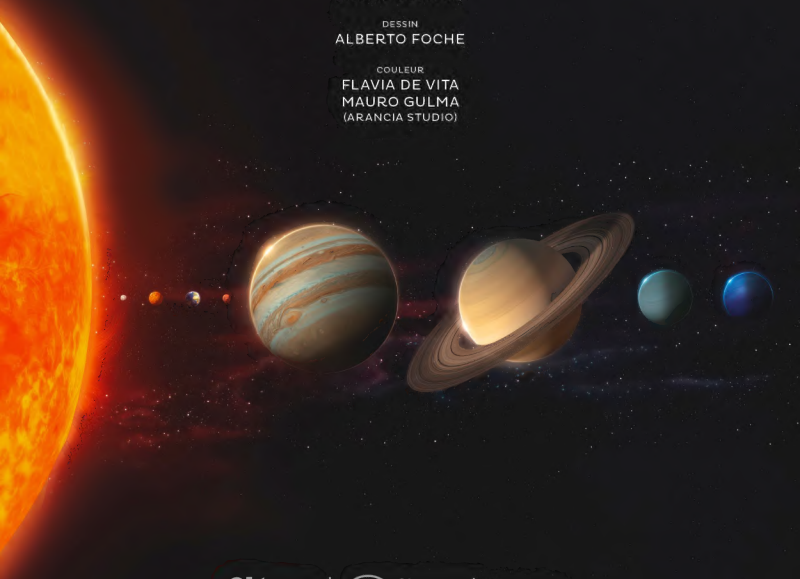
URANUS

LE CRISTAL BLEU

SCÉNARIO
BRUNO LECIGNE

DESSIN
ALBERTO FOCHE

COULEUR
FLAVIA DE VITA
MAURO GULMA
(ARANCIA STUDIO)



Glénat | Observatoire de Paris | PSL

PRÉFACE

Déserts brûlants criblés de cicatrices d'impacts de météorite, volcans de glace ou de composés soufrés, océans cachés sous d'épaisses banquises, anticyclones plus grands que la Terre… Les huit planètes du Système solaire et leurs lunes présentent une fascinante diversité. Partez à leur découverte avec les chercheurs de l'Observatoire de Paris – PSL: les meilleurs guides qui soient, puisque cela fait plus de 350 ans que l'Observatoire, désormais implanté sur trois sites – Paris, Meudon et Nançay – étudie le Soleil et le Système solaire.

À Paris, le premier directeur de l'Observatoire, Jean-Dominique Cassini, a ainsi découvert quatre satellites de Saturne et, dans l'anneau qui entoure la planète, une division qui porte maintenant son nom. En 1846, Urbain Le Verrier a découvert la planète Neptune. Et c'est la grande lunette de Meudon qui, au début du XX^{e} siècle, a permis de réfuter l'hypothèse des canaux martiens.

Au XXI^{e} siècle, l'exploration spatiale a pris le relais : l'Observatoire de Paris – PSL invente des instruments pour les grandes missions spatiales de la NASA comme le rover martien Perseverance, mais aussi de l'ESA avec JUICE, qui est en route vers Jupiter depuis avril 2023. Une exploration spatiale qui nous a appris que, dans le Système solaire, notre Terre est la seule planète habitable pour les humains : ce minuscule point bleu qu'est notre planète vue depuis les sondes spatiales qui explorent les confins du système solaire est vraiment unique.

Bon voyage donc, en compagnie de nos chercheurs : ils seront vos guides au long des visites de ces mondes extraordinaires, organisées par Bruno Lecigne et mises en images par les talentueux dessinateurs des albums de la collection Système solaire !

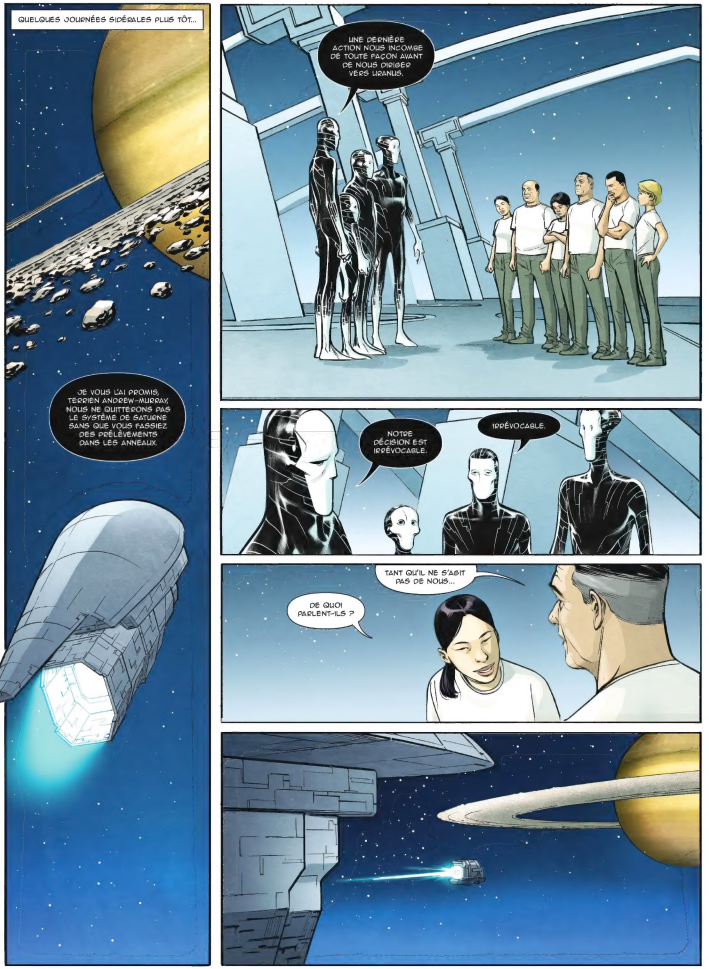
Fabienne Casoli
Présidente de l'Observatoire de Paris – PSL

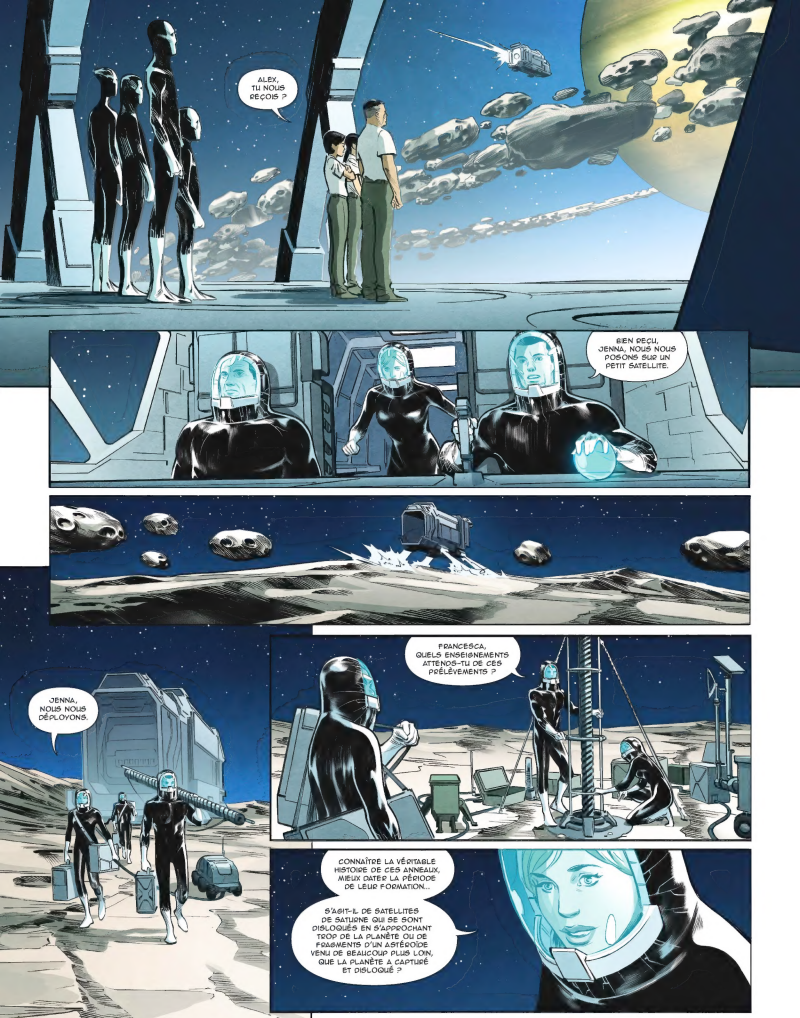
L'éditeur tient à remercier les astrophysiciens et astrophysicienne
à l'Observatoire de Paris – Université Paris Sciences et Lettres pour leur participation :
Bruno BÉZARD, Nicolas BIVER, Xavier BONNIN, Alain DORESSOUNDIRAM,
Laurent LAMY, Milan MAKSIMOVIC, Sandrine VINATIER et Philippe ZARKA.

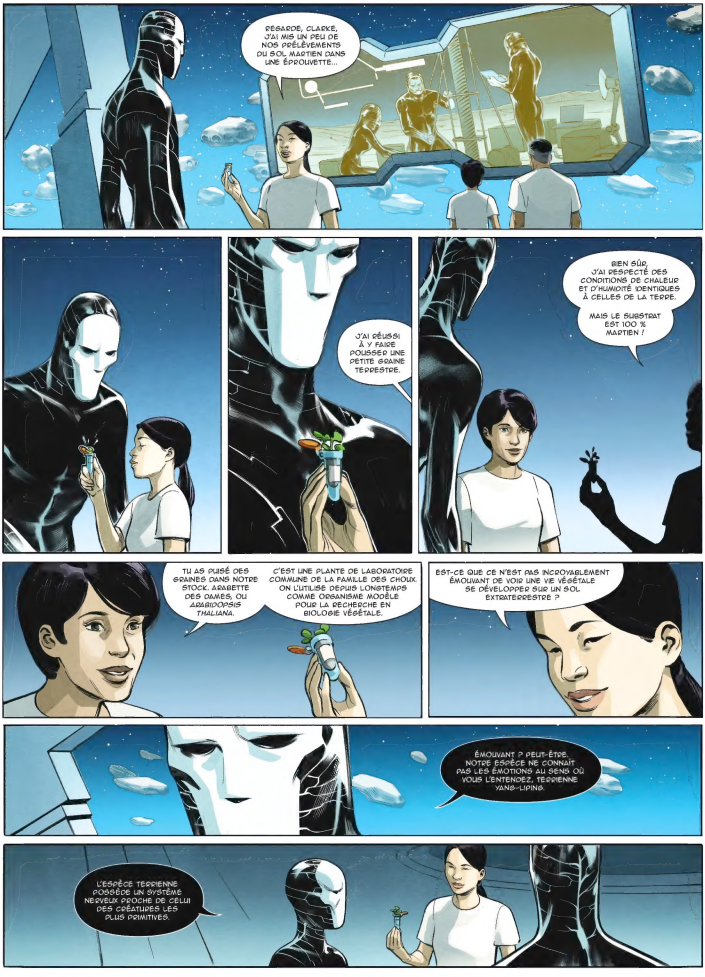
Lettrage : Fanny HURTREL
Concept général : Christian BLONDEL

© 2025 éditions Glénat – Couvent Sainte-Cécile – 37 rue Servan – 38000 Grenoble.
contact@glenat.com
Tous droits réservés pour tous pays. Dépôt légal : avril 2025. ISBN : 978-2-344-06060-5 / 001
Achevé d'imprimer en France en avril 2025 par Pollina,
sur papier provenant de forêts gérées de manière durable.

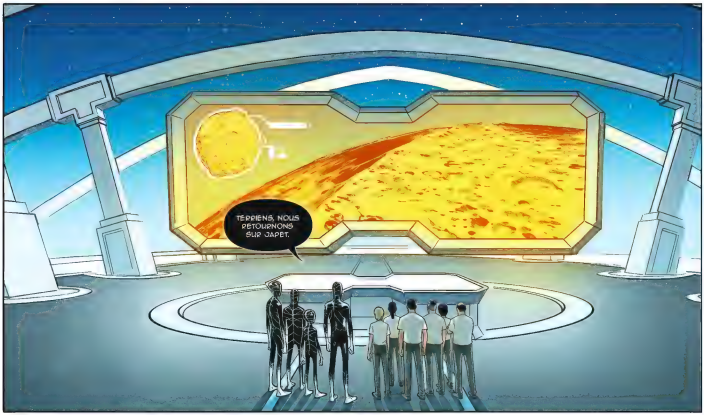
PPPP 00-00-0000 / Certifié PPPP / pefc-france.org

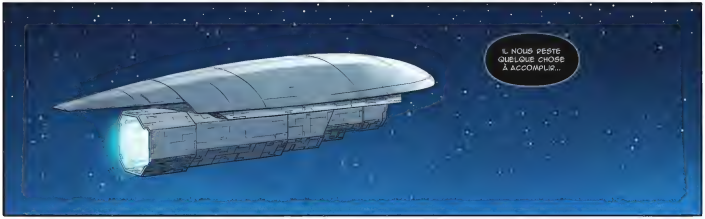

QUELQUES JOURNÉES SIDÉRALES PLUS TÔT...
JE VOUS L'AI PROMIS, TERRIEN ANDREW-MURRAY. NOUS NE QUITTERONS PAS LE SYSTÈME DE SATURNE SANS QUE VOUS PASSIEZ DES PRÉLÈVEMENTS DANS LES ANNEAUX.
UNE DERNIÈRE ACTION NOUS INCOMBE DE TOUTE FAÇON AVANT DE NOUS DIRIGER VERS URANUS.
NOTRE DÉCISION EST IRRÉVOCABLE.
IRRÉVOCABLE.
DE QUOI PARLENT-ILS ?
TANT QU'IL NE S'AGIT PAS DE NOUS...


ALEX, TU NOUS REÇOIS ?
BIEN REÇU, JENNA. NOUS NOUS POSONS SUR UN PETIT SATELLITE.
JENNA, NOUS NOUS DÉPLOYONS.
FRANCESCA, QUELS ENSEIGNEMENTS ATTENDS-TU DE CES PRÉLÈVEMENTS ?
CONNAÎTRE LA VÉRITABLE HISTOIRE DE CES ANNEAUX, MIEUX DATER LA PÉRIODE DE LEUR FORMATION...
S'AGIT-IL DE SATELLITES DE SATURNE QUI SE SONT DISLOQUÉS EN S'APPROCHANT TROP DE LA PLANÈTE OU DE FRAGMENTS D'UN ASTÉROÏDE VENU DE BEAUCOUP PLUS LOIN, QUE LA PLANÈTE A CAPTURÉ ET DISLOQUÉ ?


REGARDE, CLARKE, J'AI MIS UN PEU DE NOS PRÉLÈVEMENTS DU SOL MARTIEN DANS UNE ÉPROUVETTE...
J'AI RÉUSSI À Y FAIRE POUSSER UNE PETITE GRAINE TERRESTRE.
BIEN SÛR, J'AI RESPECTÉ DES CONDITIONS DE CHALEUR ET D'HUMIDITÉ IDENTIQUES À CELLES DE LA TERRE.
MAIS LE SUBSTRAT EST 100 % MARTIEN !
TU AS PUISÉ DES GRAINES DANS NOTRE STOCK. ARABETTE DES DAMES, OU ARABIDOPSIS THALIANA.
C'EST UNE PLANTE DE LABORATOIRE COMMUNE DE LA FAMILLE DES CHOUX. ON L'UTILISE DEPUIS LONGTEMPS COMME ORGANISME MODÈLE POUR LA RECHERCHE EN BIOLOGIE VÉGÉTALE.
EST-CE QUE CE N'EST PAS INCROYABLEMENT ÉMOUVANT DE VOIR UNE VIE VÉGÉTALE SE DÉVELOPPER SUR UN SOL EXTRATERRESTRE ?
ÉMOUVANT ? PEUT-ÊTRE. NOTRE ESPÈCE NE CONNAÎT PAS LES ÉMOTIONS AU SENS OÙ VOUS L'ENTENDEZ, TERRIENNE YANG-LIPINE.
L'ESPÈCE TERRIENNE POSSÈDE UN SYSTÈME NERVEUX PROCHE DE CELUI DES CRÉATURES LES PLUS PRIMITIVES.

POURQUOI LES ÉMOTIONS RESTENT-ELLES FORCÉMENT UNE CARACTÉRISTIQUE PRIMITIVE ?
REGARDE COMME CETTE PETITE PLANTE EST PLUS ÉVOLUÉE, PLUS APTE À LA SURVIE. SON INTELLIGENCE EST DÉPOURVUE DE TOUTE FORME D'ÉMOTION.
CE SONT NOS ÉMOTIONS, AUTANT QUE NOTRE RAISON...
... QUI NOUS ONT PERMIS DE BÂTIR DES CIVILISATIONS, ET MÊME DE COMMENCER À EXPLORER L'ESPACE.
SUR NOTRE PLANÈTE, NOUS AVONS AUSSI QUELQUES CRÉATURES TRÈS ARCHAÏQUES RÉPONDANT À DES ÉMOTIONS. UNE IMPASSE ÉVOLUTIVE...
SOUS L'EFFET D'UNE PEUR INTENSE, PAR EXEMPLE, ELLES VOIENT LEURS FONCTIONS VITALES S'ARRÊTER BRUSQUEMENT.
EN CELA, CETTE CRÉATURE TEST INFINIMENT SUPÉRIEURE.
VIENS, VANE, ON VA REPIQUER TA CRÉATURE SUPÉRIEURE DANS UN POT PLUS GRAND.
POURQUOI CES MOTS INVERSÉS LES TERRIENS ?
QUEL BESOIN AVONS-NOUS DE NOUS ENCOMBRER DE CES ANIMAUX ? ILS NE SONT MÊME PAS DIVERTISSANTS.


TERRIENS, NOUS RETOURNONS SUR JAPET.


IL NOUS RESTE QUELQUE CHOSE À ACCOMPLIR...

DÉTRUIRE LE VAISSEAU ÉCHOUÉ.

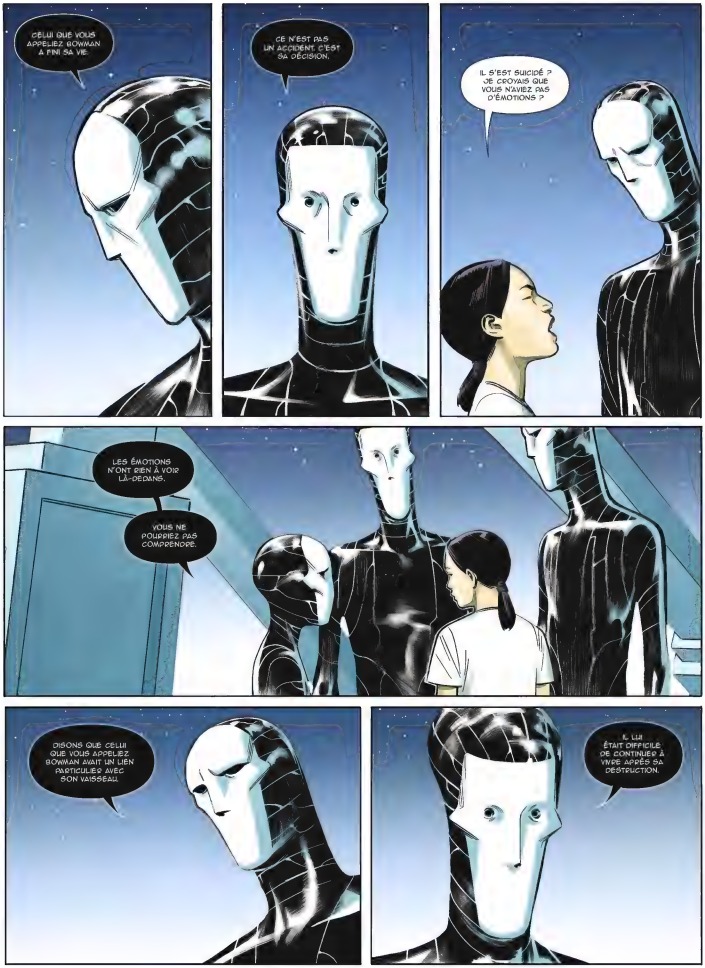
LES TERRIENS ONT-ILS BESOIN DE SAVOIR CE QUE NOUS FAISONS ?
ILS VONT LE VOIR, DE TOUTE FAÇON.
POURQUOI CACHE-T-ON NOS ÉCHECS ?
PROCESSUS ENCLENCHÉ.

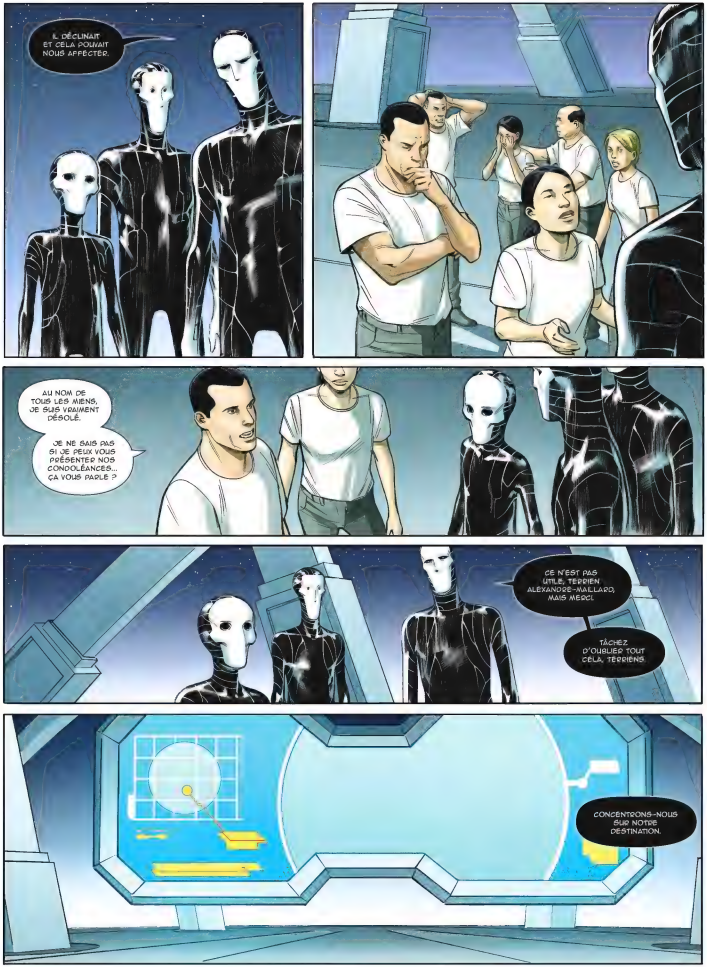
BON SANG, CLARKE, QU'EST-CE QUE TU AS FAIT ?!
IL ÉTAIT PRÉFÉRABLE DE NETTOYER LE SITE.
LA MALADIE QUI A DÉTRUIT NOTRE CIVILISATION ÉTAIT ENCORE PRÉSENTE DANS L'ÉPAVE.
QUI SAIT SI ELLE N'AURAIT PAS PU TOUCHER LA VIE LÀ OÙ ELLE SE NICHE DANS VOTRE SYSTÈME SOLAIRE ?
SIMPLE PRÉCAUTION, CAR RIEN NE DIT QUE LARBENT PATHOGÈNE SOIT NOCIF POUR VOTRE ESPÈCE, TERRIENS.

PLUS TARD...

COMMENT L'AGENT PATHOGÈNE AURAIT-IL PU "S'ÉCHAPPER" DANS L'ESPACE ET TOUCHER LA TERRE ?
À SUPPOSER MÊME QU'IL AIT SURVÉCU ET SOIT TOUJOURS VIRULENT, DEUX MILLE CINQ CENTS ANS APRÈS LE CRASH DU VAISSEAU !
UN ASTÉROÏDE POURRAIT TÔT OU TARD FRAPPER JAPET, ET LES DÉBRIS ÉJECTÉS DANS L'ESPACE DÉRIVER DANS LE SYSTÈME SOLAIRE ET NOUS TOUCHER.
COMME LES ROCHES MARTIENNES RETROUVÉES SUR TERRE.
JE ME DEMANDE S'ILS NE CHERCHAIENT PAS PLUTÔT À PROTÉGER LEUR TECHNOLOGIE DES PETITS CURIEUX.
ET ALORS ? POURRAIT-ON LE LEUR REPROCHER ?
EN TANT QU'EXOBIOLOGISTE, JE REGRETTE UN PEU DE NE PAS AVOIR PU ÉTUDIER UN AGENT PATHOGÈNE EXTRATERRESTRE, MAIS JE ME SENS PLUTÔT RASSURÉE PAR SON ANÉANTISSEMENT.
QU'EST-CE QUE C'EST QUE ÇA ?

ZZUUIIUUIIUUUUUUIIIIUIIIUUIIIU
ZIIUUIIIIUUIIU..
ZIIUUIIIIUUIIU..
CLARKE, QUE SE PASSE-T-IL ?
UN ACCIDENT ? IL EST ARRIVÉ UN ACCIDENT ?
ON NE PEUT PAS ARRÊTER CE SIGNAL ASSOURDISSANT, MAINTENANT ?
ZIIUUIIIIUUIIU..


CELUI QUE VOUS APPELIEZ BOWMAN A FINI SA VIE.
CE N'EST PAS UN ACCIDENT. C'EST SA DÉCISION.
IL S'EST SUICIDÉ ? JE CROYAIS QUE VOUS N'AVIEZ PAS D'ÉMOTIONS ?
LES ÉMOTIONS N'ONT RIEN À VOIR LÀ-DEDANS.
VOUS NE POURRIEZ PAS COMPRENDRE.
DISONS QUE CELUI QUE VOUS APPELEZ BOWMAN AVAIT UN LIEN PARTICULIER AVEC SON VAISSEAU.
IL LUI ÉTAIT DIFFICILE DE CONTINUER À VIVRE APRÈS SA DESTRUCTION.


IL DÉCLINAIT ET CELA POUVAIT NOUS AFFECTER.
AU NOM DE TOUS LES MIENS, JE SUIS VRAIMENT DÉSOLÉ.
JE NE SAIS PAS SI JE PEUX VOUS PRÉSENTER NOS CONDOLÉANCES... ÇA VOUS PARLE ?
CE N'EST PAS UTILE, TERRIEN ALEXANDRE-MALLARD, MAIS MERCI.
TÂCHEZ D'OUBLIER TOUT CELA, TERRIENS.
CONCENTRONS-NOUS SUR NOTRE DESTINATION.

URANUS EST LA SEPTIÈME PLANÈTE DU SYSTÈME SOLAIRE.

SON NOM VIENT DE L'ADAPTATION LATINE DU NOM OURANOS, LE DIEU DU CIEL, UNE DES DIVINITÉS PRIMORDIALES DE LA MYTHOLOGIE GRECQUE.

ELLE A ÉTÉ DÉCOUVERTE PAR L'ASTRONOME WILLIAM HERSCHEL, LE 13 MARS 1781.

FAIT VRAIMENT MARQUANT : C'EST LA PREMIÈRE PLANÈTE TROP PEU VISIBLE À L'ŒIL NU POUR ÊTRE DÉCOUVERTE SANS INSTRUMENT...
... LA PLUS ÉLOIGNÉE AISÉMENT VISIBLE À L'ŒIL NU ÉTANT SATURNE.

URANUS EST AUSSI LA PREMIÈRE PLANÈTE DÉCOUVERTE À L'AIDE D'UN TÉLESCOPE...
... ET NON UNE LUNETTE, COMME EN UTILISAIT GALILÉE.

BREF, URANUS EST LE PREMIER VÉRITABLE ENFANT DE L'ASTRONOMIE MODERNE !

NÉ LE 15 NOVEMBRE 1738 EN ALLEMAGNE, LE DÉCOUVREUR D'URANUS, WILLIAM HERSCHEL, PERSONNAGE EXTRAORDINAIRE, A PASSÉ SA VIE ENTRE SES DEUX PASSIONS : LA MUSIQUE ET L'ASTRONOMIE. MUSICIEN LUI-MÊME, SON PÈRE DONNE À SON FILS UNE ÉDUCATION MUSICALE.

LE JEUNE WILLIAM DEVIENT RAPIDEMENT ORGANISTE.

HERSCHEL

PARTI DE HANOVRE AFIN DE FUIR LA GUERRE, IL S'INSTALLE EN ANGLETERRE POUR Y COMPOSER UNE QUARANTAINE D'ŒUVRES À PARTIR DE 1759, ET CE PENDANT UNE DIZAINE D'ANNÉES : SYMPHONIES, CONCERTOS, SONATES POUR CLAVECIN ET MUSIQUE RELIGIEUSE.

IL CONSTRUIT SON PREMIER TÉLESCOPE EN 1774. SON MIROIR EN BRONZE FAIT UNE VINGTAINE DE CENTIMÈTRES DE DIAMÈTRE.

SES OBSERVATIONS SONT CONSIGNÉES PAR SA SŒUR CAROLINE, À QUI HERSCHEL DICTE CE QU'IL OBSERVE SANS QUITTER SON INSTRUMENT.

ECCO ! CAROLINE A ÉTÉ BIEN PLUS QUE CELA, ELLE RÉSOLVAIT AVEC LUI DES CALCULS, POLISSAIT DES MIROIRS ET MONTAIT DES TÉLESCOPES.

ELLE A ÉTÉ LA TOUTE PREMIÈRE FEMME À ÊTRE RÉMUNÉRÉE POUR SES TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

OK, FRANCESCA, JE NE VOULAIS PAS MINIMISER SON RÔLE. TU AS RAISON !

GRÂCE À CE TRAVAIL MÉTHODIQUE, HERSCHEL DÉCOUVRE UN POINT BLEUTÉ SANS DÉTAILS QU'IL PREND D'ABORD POUR UNE COMÈTE. C'ÉTAIT URANUS !

BREF, HERSCHEL, C'EST TON HÉROS !

DISONS PLUTÔT UN MODÈLE, MÊME SI CÔTÉ MUSIQUE, J'AI JUSTE GRATTÉ UN PEU DE GUITARE QUAND J'ÉTAIS À L'UNIVERSITÉ.

J'AI TOUJOURS PENSÉ QUE C'ÉTAIT GRÂCE À ÇA QUE J'AVAIS SÉDUIT JENNA.

AUTRE DIFFÉRENCE NOTABLE AVEC TON ILLUSTRE INSPIRATEUR : TU N'AS JAMAIS CONSTRUIT DE TÉLESCOPE.

GRÂCE À LA DÉCOUVERTE D'URANUS QUI LE REND CÉLÈBRE, WILLIAM HERSCHEL REÇUT LE SOUTIEN DU ROI GEORGE III.

IL PUT SE LANCER DANS LA CONSTRUCTION D'UN TÉLESCOPE GÉANT – POUR L'ÉPOQUE – DE 12 MÈTRES DE LONG ET 1 MÈTRE 20 DE DIAMÈTRE. SEPT ANNÉES DE TRAVAUX COURONNÉES D'UN TITRE... UNE DATE BIEN CONNUE DES FRANÇAIS, N'EST-CE PAS, MAILLARD ?

JE RECONNAIS QUE CHEZ NOUS, À LA MÊME ÉPOQUE, L'INVENTION DE LA GUILLOTINE EST MOINS GLORIEUSE.

MAIS D'AUTRES ONT FAIT PIRE DEPUIS.

ET SURTOUT, ON A FAIT MIEUX EN ASTRONOMIE.

HERSCHEL A DÉCOUVERT ENCORE DEUX SATELLITES D'URANUS, TITANIA ET OBÉRON, AINSI QUE DEUX SATELLITES DE SATURNE, MIMAS ET ENCELADE.

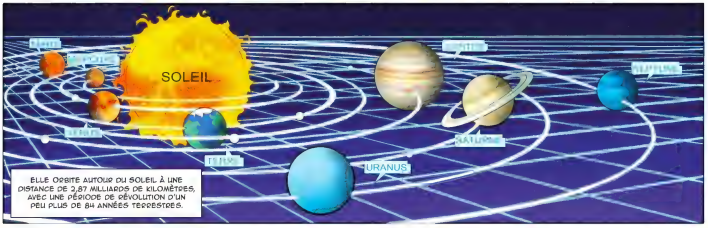
ANDREW, C'EST SUPER, TOUT CE QU'A FAIT TON POTE WILLIAM, MAIS FRANCHEMENT, J'AI DU MAL À SUIVRE. JE SUIS ENCORE RETOURNÉE PAR LE GESTE DE BOWMAN...

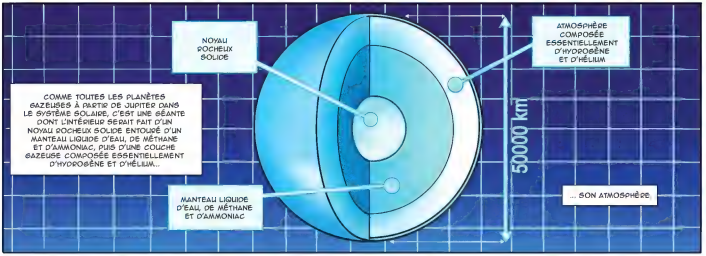
DÈS QUE JE FERME LES YEUX, JE REVOIS CE CORPS FLOTTANT DANS L'ESPACE...

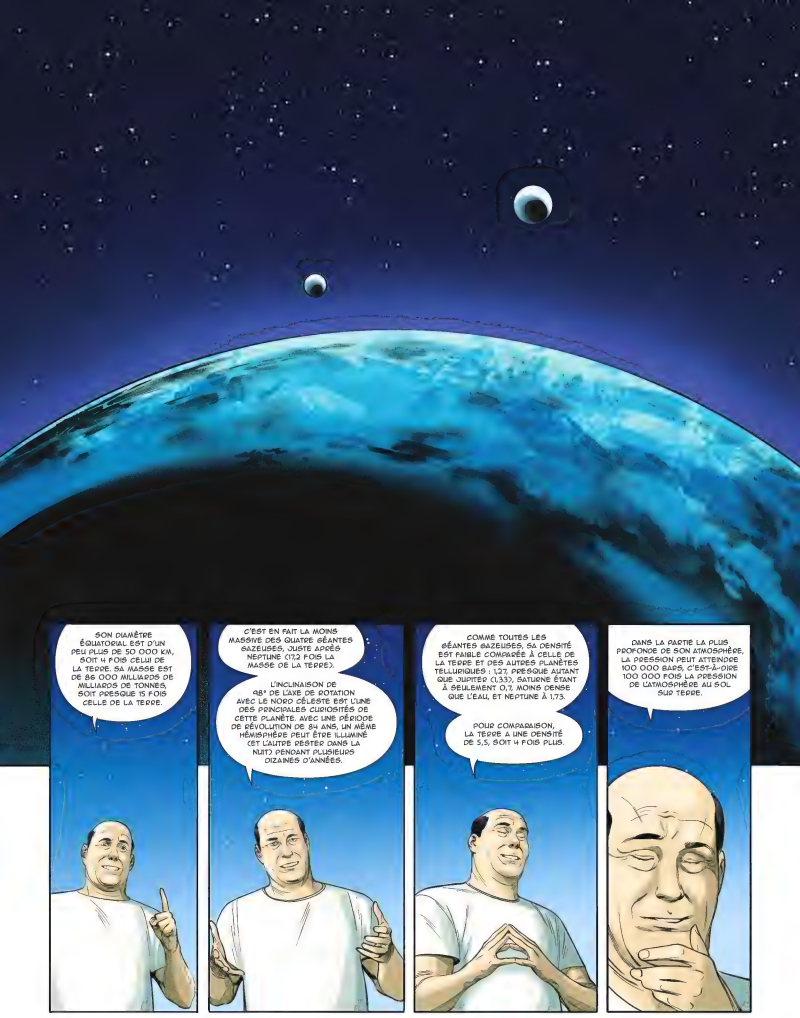
MOI AUSSI, TU SAIS. MAIS SI C'ÉTAIT SON CHOIX...

SI ON DEVENAIT PLUTÔT À URANUS ? SAVEZ-VOUS POURQUOI ELLE EST BLEUE COMME ÇA ?
SA COULEUR VIENT DU MÉTHANE QU'ELLE POSSÈDE EN QUANTITÉ BIEN PLUS IMPORTANTE QUE JUPITER ET SATURNE.

CE GAZ ABSORBE LES RAYONS DU SOLEIL, À L'EXCEPTION DU BLEU ET DU VERT. C'EST CELA QUI LA COLORE.
C'EST AUSSI LA PLANÈTE LA PLUS FROIDE AVEC NEPTUNE.


SOLEIL
MERCURE
VÉNUS
TERRE
MARS
JUPITER
SATURNE
URANUS
NEPTUNE
ELLE ORBITE AUTOUR DU SOLEIL À UNE DISTANCE DE 2,87 MILLIARDS DE KILOMÈTRES, AVEC UNE PÉRIODE DE RÉVOLUTION D'UN PEU PLUS DE 84 ANNÉES TERRESTRES.


NOYAU ROCHEUX SOLIDE
ATMOSPHÈRE COMPOSÉE ESSENTIELLEMENT D'HYDROGÈNE ET D'HÉLIUM
50000 km
COMME TOUTES LES PLANÈTES GAZEUSES À PARTIR DE JUPITER DANS LE SYSTÈME SOLAIRE, C'EST UNE GÉANTE DONT L'INTÉRIEUR SEMBLE FAIT D'UN NOYAU ROCHEUX SOLIDE ENTOURÉ D'UN MANTEAU LIQUIDE D'EAU, DE MÉTHANE ET D'AMMONIAC, PUIS D'UNE COUCHE GAZEUSE COMPOSÉE ESSENTIELLEMENT D'HYDROGÈNE ET D'HÉLIUM...
MANTEAU LIQUIDE D'EAU, DE MÉTHANE ET D'AMMONIAC
... SON ATMOSPHÈRE.

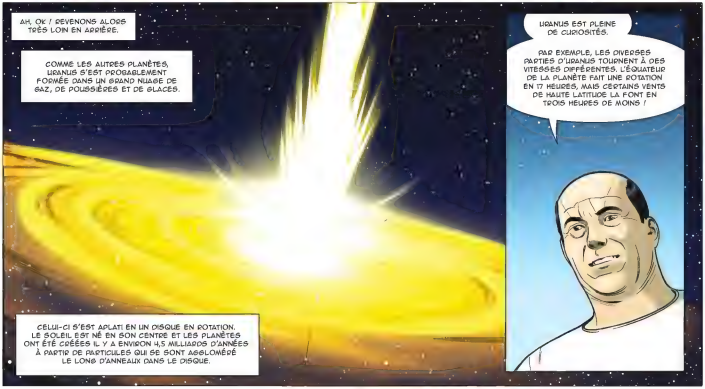

SON DIAMÈTRE ÉQUATORIAL EST D'UN PEU PLUS DE 50 000 KM, SOIT 4 FOIS CELUI DE LA TERRE. SA MASSE EST DE 86 000 MILLIARDS DE MILLIARDS DE TONNES, SOIT PRESQUE 15 FOIS CELLE DE LA TERRE.
C'EST EN FAIT LA MOINS MASSIVE DES QUATRE GÉANTES GAZEUSES, JUSTE APRÈS NEPTUNE (17,2 FOIS LA MASSE DE LA TERRE).
L'INCLINAISON DE 98° DE L'AXE DE ROTATION AVEC LE NORD CÉLESTE EST L'UNE DES PRINCIPALES CURIOSITÉS DE CETTE PLANÈTE. AVEC UNE PÉRIODE DE RÉVOLUTION DE 84 ANS, UN MÊME HÉMISPHÈRE PEUT ÊTRE ILLUMINÉ (ET L'AUTRE PLONGÉ DANS LA NUIT) PENDANT PLUSIEURS DIZAINES D'ANNÉES.
COMME TOUTES LES GÉANTES GAZEUSES, SA DENSITÉ EST FAIBLE COMPARÉE À CELLE DE LA TERRE ET DES AUTRES PLANÈTES TELLURIQUES : 1,27, PRESQUE AUTANT QUE JUPITER (1,33), SATURNE ÉTANT À SEULEMENT 0,7, MOINS DENSE QUE L'EAU, ET NEPTUNE À 1,73.
POUR COMPARAISON, LA TERRE A UNE DENSITÉ DE 5,5, SOIT 4 FOIS PLUS.
DANS LA PARTIE LA PLUS PROFONDE DE SON ATMOSPHÈRE, LA PRESSION PEUT ATTEINDRE 100 000 BARS. C'EST-À-DIRE 100 000 FOIS LA PRESSION DE L'ATMOSPHÈRE AU SOL SUR TERRE.

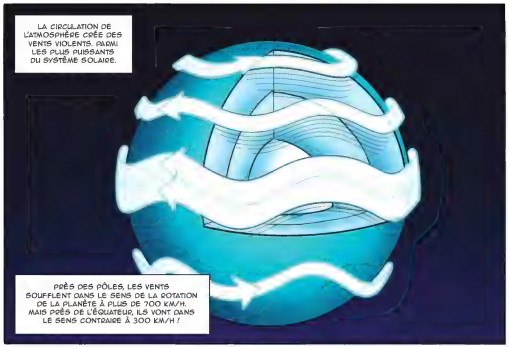
LE 24 JANVIER 1986, LA SONDE SPATIALE VOYAGER 2 PASSE PRÈS D'URANUS ET PREND LES PREMIÈRES PHOTOS DÉTAILLÉES DE LA PLANÈTE.
JUSQUE-LÀ, LA PLANÈTE ÉTAIT POUR NOUS À PEINE PLUS QUE CE POINT BLEUTÉ OBSERVÉ PAR HERSCHEL.

TU NE VAS PAS RECOMMENCER AVEC HERSCHEL !
COMMENT ÇA ?

JE BLAGUE, ANDREW !

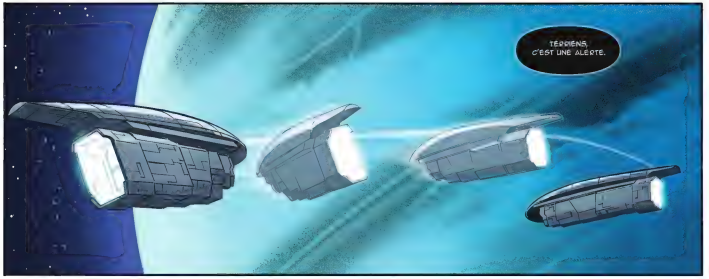
LE MORAL EST REVENU, ON DIRAIT.
OUI ! JE SUIS DÉSOLÉE POUR TOUT À L'HEURE. JE DOIS SÛREMENT PROJETER TROP DE SENTIMENTS HUMAINS SUR LES ALIENS.


AH, OK ! REVENONS ALORS TRÈS LOIN EN ARRIÈRE.
COMME LES AUTRES PLANÈTES, URANUS S'EST PROBABLEMENT FORMÉE DANS UN GRAND NUAGE DE GAZ, DE POUSSIÈRES ET DE GLACES.
CELUI-CI S'EST APLATI EN UN DISQUE EN ROTATION. LE SOLEIL EST NÉ EN SON CENTRE ET LES PLANÈTES ONT ÉTÉ CRÉÉES IL Y A ENVIRON 4,5 MILLIARDS D'ANNÉES À PARTIR DE PARTICULES QUI SE SONT AGGLOMÉRÉ LE LONG D'ANNEAUX DANS LE DISQUE.
URANUS EST PLEINE DE CURIOSITÉS.
PAR EXEMPLE, LES DIVERSES PARTIES D'URANUS TOURNENT À DES VITESSES DIFFÉRENTES. L'ÉQUATEUR DE LA PLANÈTE FAIT UNE ROTATION EN 17 HEURES, MAIS CERTAINS VENTS DE HAUTE LATITUDE LA FONT EN TROIS HEURES DE MOINS !


LA CIRCULATION DE L'ATMOSPHÈRE EST L'UNE DES VENTS VIOLENTS. PARMI LES PLUS PUISSANTS DU SYSTÈME SOLAIRE.
PRÈS DES PÔLES, LES VENTS SOUFFLENT DANS LE SENS DE LA ROTATION DE LA PLANÈTE À PLUS DE 700 KM/H. MAIS PRÈS DE L'ÉQUATEUR, ILS VONT DANS LE SENS CONTRAIRE À 300 KM/H !

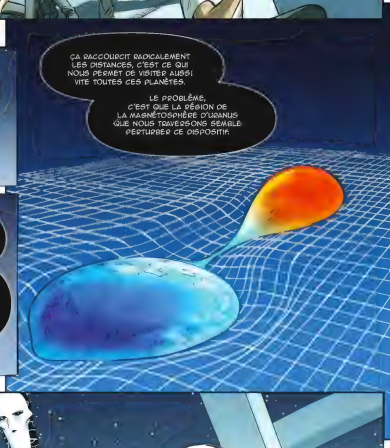
MAIS LE PLUS SURPRENANT EST SANS DOUTE LA MAGNÉTOSPHÈRE D'URANUS.

HÉ !
QU'EST-CE QU'IL SE PASSE ?


TERRIENS, C'EST UNE ALERTE.

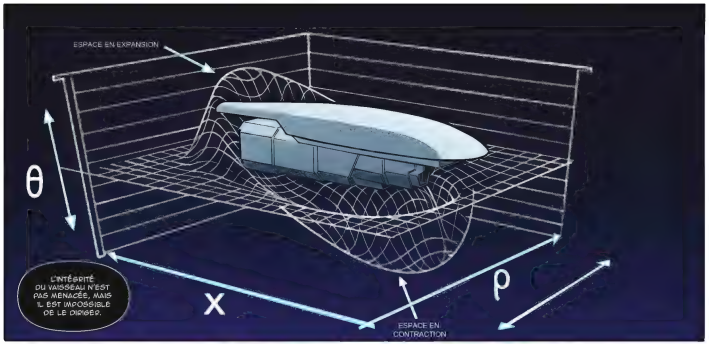
LE VAISSEAU RÉAGIT CURIEUSEMENT À QUELQUE CHOSE QUI EST LIÉ À LA MAGNÉTOSPHÈRE D'URANUS.
DES AURORES S'ALLUMENT SUR URANUS.

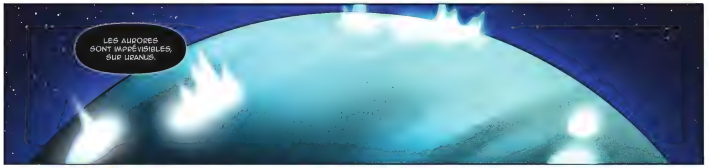
QUELQUE CHOSE PROVOQUE UN VÉRITABLE EMBALLEMENT DU MOTEUR. J'AI PERDU LE CONTRÔLE DU VAISSEAU.
MAIS... C'EST POSSIBLE, ÇA ?

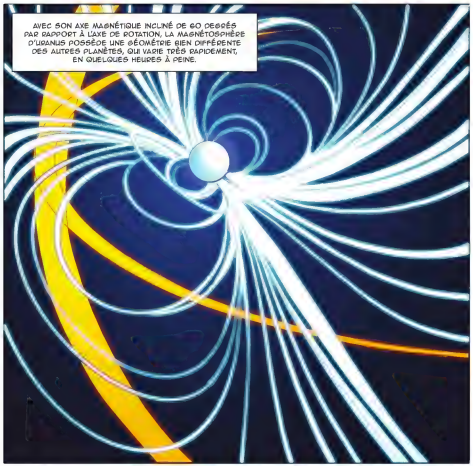

ÇA RACCOURCIT RADICALEMENT LES DISTANCES, C'EST CE QUI NOUS PERMET DE VISITER AUSSI VITE TOUTES CES PLANÈTES.
LE PROBLÈME, C'EST QUE LA RÉGION DE LA MAGNÉTOSPHÈRE D'URANUS QUE NOUS TRAVERSONS SEMBLE PERTURBER CE DISPOSITIF.

JE N'AI PAS LE TEMPS DE DÉVELOPPER, TERRIEN ALEXANDRE-MAILLARD, MAIS NOUS NOUS DÉPLAÇONS EN CONTRACTANT L'ESPACE-TEMPS.
VOUS EN CONNAISSEZ LE PRINCIPE, TERRIEN, VOUS L'APPELEZ LE WARP DRIVE, MAIS VOTRE TECHNOLOGIE EST ENCORE INCAPABLE DE TORDRE L'ESPACE-TEMPS.

JE N'AI PAS D'EXPLICATION. IL VA FALLOIR SE METTRE À L'ABRI.


ESPACE EN EXPANSION
θ
L'INTÉGRITÉ DU VAISSEAU N'EST PAS MENACÉE, MAIS IL EST IMPOSSIBLE DE LE DIRIGER.
X
ρ
ESPACE EN CONTRACTION

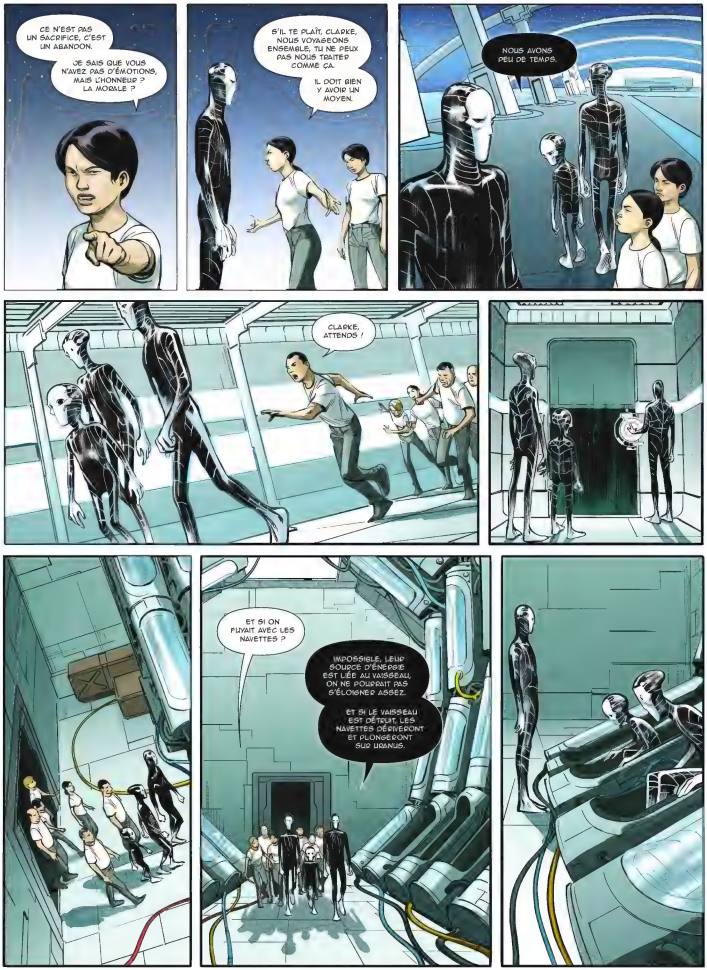

LES AURORES SONT IMPRÉVISIBLES, SUR URANUS.

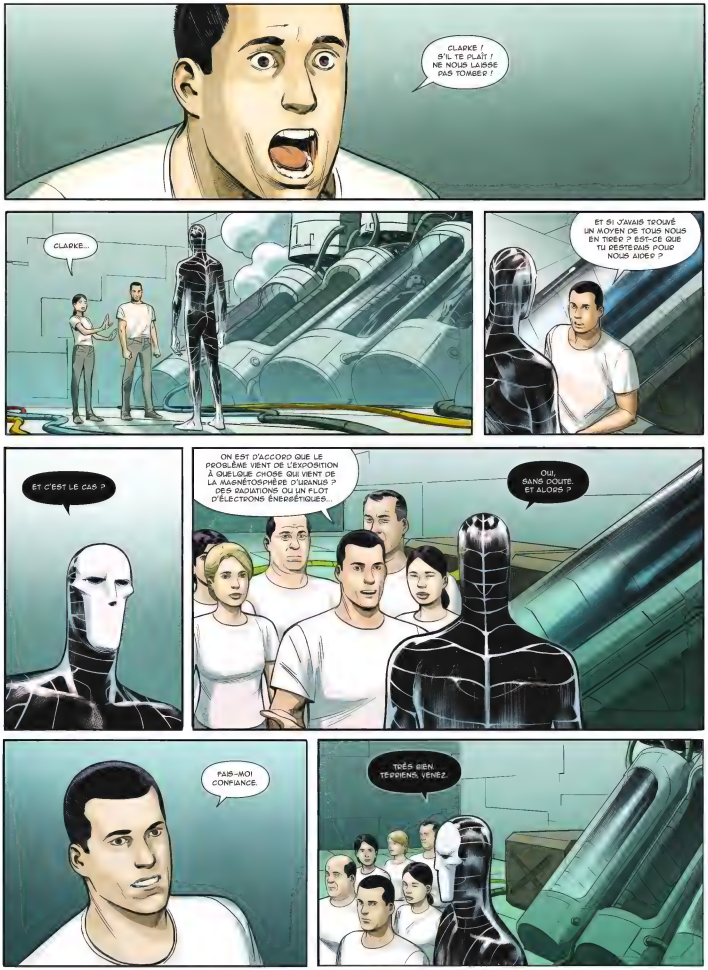

AVEC SON AXE MAGNÉTIQUE INCLINÉ DE 60 DEGRÉS PAR RAPPORT À L'AXE DE ROTATION, LA MAGNÉTOSPHÈRE D'URANUS POSSÈDE UNE GÉOMÉTRIE BIEN DIFFÉRENTE DES AUTRES PLANÈTES, QUI VARIE TRÈS RAPIDEMENT, EN QUELQUES HEURES À PEINE.

LE VAISSEAU A DÛ TRAVERSER LES COURANTS ÉLECTRIQUES GÉANTS D'URANUS.

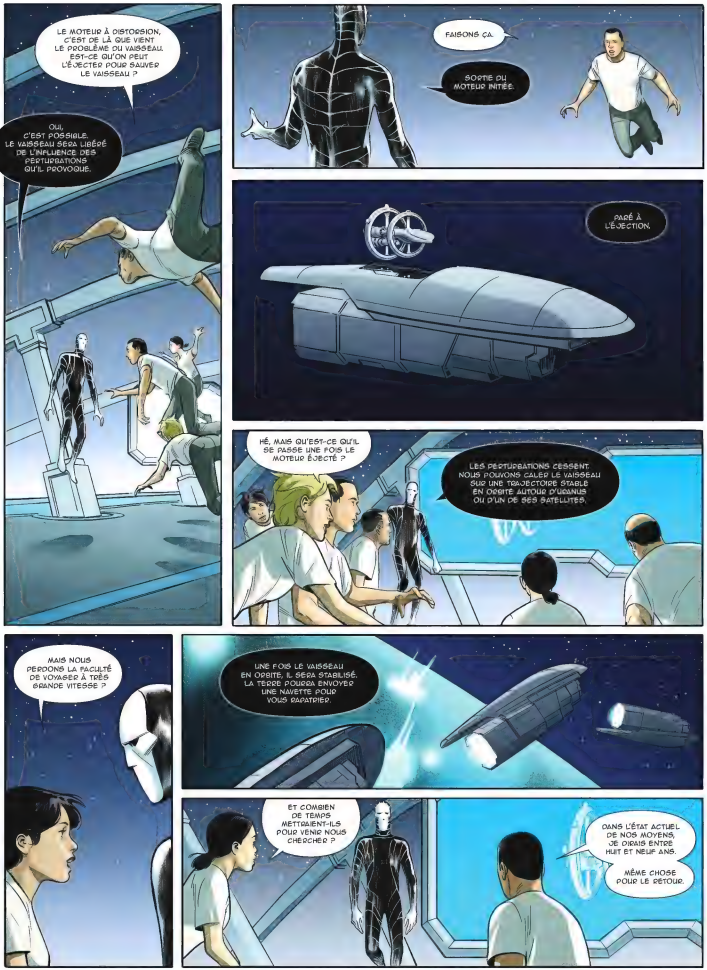
LES TERRIENS CONNAISSAIENT LE RISQUE ET ILS N'ONT RIEN DIT.

JE N'AVAIS AUCUN MOYEN DE SAVOIR QUE LE PHÉNOMÈNE POURRAIT AFFECTER LE VAISSEAU AU CONTRAIRE !
LES PARTICULES CHARGÉES QUI DONNENT NAISSANCE AUX AURORES SONT ENVIRON 100 FOIS MOINS ÉNERGÉTIQUES QUE CELLES DES CEINTURES DITES "DE RADIATIONS". ELLES NE SONT PAS TRÈS PÉNÉTRANTES.
LE TERRIEN ANDREW-MURRAY DIT VRAI. IL NE SAIT RIEN DE NOTRE TECHNOLOGIE.
COMMENT PEUT-ON SE METTRE À L'ABRI ?
NOUS ALLONS REJOINDRE LES CAISSONS.
EN CAS DE CHOCS OU DE DÉRIVE PROLONGÉE, LES CAISSONS NOUS MAINTIENNENT PROTÉGÉS ET EN PHASE DE VIE SUSPENDUE.
ET NOUS ? ON NE PEUT PAS UTILISER VOS CAISSONS ?
NON, TERRIENS, VOUS NE LE POUVEZ PAS.
JE SUIS DÉSOLÉ, TERRIENS, MAIS IL A RAISON. LES CAISSONS NE SONT PAS ADAPTÉS À VOS ORGANISMES.
"DÉSOLÉ" ? LA FRÉQUENTATION DES TERRIENS TE FAIT RÉGRESSER...
VOTRE SACRIFICE EST INÉVITABLE.


CE N'EST PAS UN SACRIFICE, C'EST UN ABANDON.
JE SAIS QUE VOUS N'AVEZ PAS D'ÉMOTIONS, MAIS L'HONNEUR ? LA MORALE ?
S'IL TE PLAÎT, CLARKE, NOUS VOYAGEONS ENSEMBLE. TU NE PEUX PAS NOUS TRAITER COMME ÇA.
IL DOIT BIEN Y AVOIR UN MOYEN.
NOUS AVONS PEU DE TEMPS.
CLARKE, ATTENDS !
ET SI ON FUYAIT AVEC LES NAVETTES ?
IMPOSSIBLE, LEUR SOURCE D'ÉNERGIE EST LIÉE AU VAISSEAU, ON NE POURRAIT PAS S'ÉLOIGNER ASSEZ.
ET SI LE VAISSEAU EST DÉTRUIT, LES NAVETTES DÉRIVERONT ET PLONGERONT SUR UGANUS.

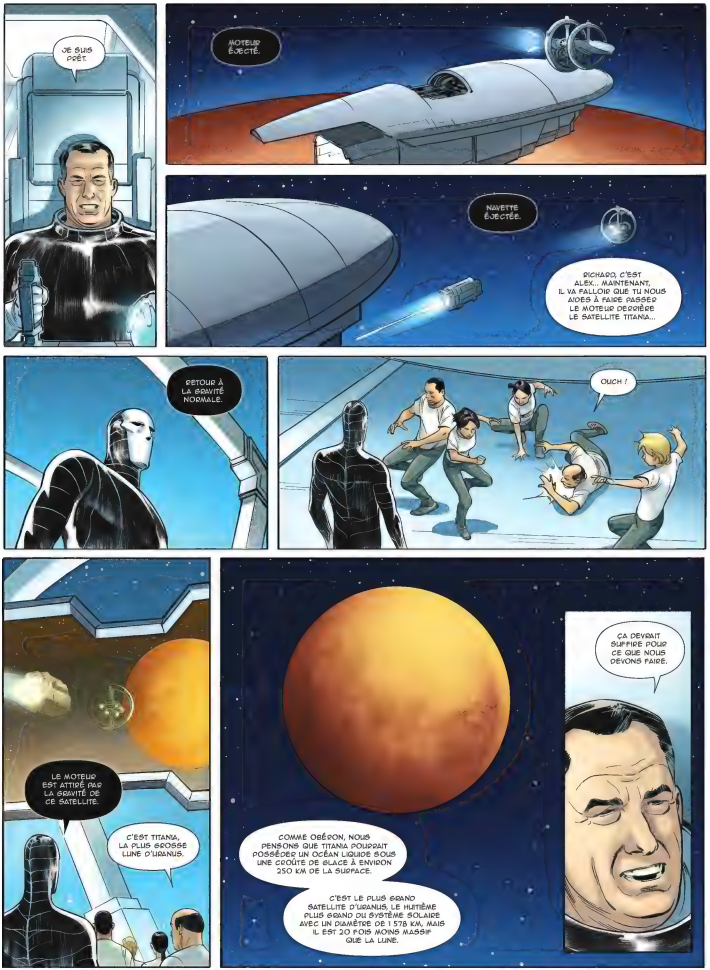

CLARKE ! S'IL TE PLAÎT ! NE NOUS LAISSE PAS TOMBER !
CLARKE...
ET SI J'AVAIS TROUVÉ UN MOYEN DE TOUS NOUS EN TIRER ? EST-CE QUE TU DESTEAUS POUR NOUS AIDER ?
ET C'EST LE CAS ?
ON EST D'ACCORD QUE LE PROBLÈME VIENT DE L'EXPOSITION À QUELQUE CHOSE QUI VIENT DE LA MAGNÉTOSPHÈRE D'URANUS ? DES RADIATIONS OU UN FLOT D'ÉLECTRONS ÉNERGÉTIQUES.
OUI, SANS DOUTE. ET ALORS ?
FAIS-MOI CONFIANCE.
TRÈS BIEN. TERRIENS, VENEZ.

MERCI, CLARKE.
ON VA S'EN SORTIR, JE LE SAIS.
APESANTEUR !
CELA NOUS ÉVITERA D'ÊTRE BLESSÉS ET NOUS NOUS DÉPLACERONS PLUS FACILEMENT.
HÉ !
ALEX !
NE VOUS AGITEZ PAS, CONCENTREZ-VOUS SUR VOTRE POINT D'ÉQUILIBRE.


LE MOTEUR À DISTORSION, C'EST DE LÀ QUE VIENT LE PROBLÈME DU VAISSEAU. EST-CE QU'ON PEUT L'ÉJECTER POUR SAUVER LE VAISSEAU ?
OUI, C'EST POSSIBLE. LE VAISSEAU SERA LIBÉRÉ DE L'INFLUENCE DES PERTURBATIONS QU'IL PROVOQUE.
FAISONS ÇA.
SORTIE DU MOTEUR INITIÉE.
PARÉ À L'ÉJECTION.
HÉ, MAIS QU'EST-CE QU'IL SE PASSE UNE FOIS LE MOTEUR ÉJECTÉ ?
LES PERTURBATIONS CESSENT. NOUS POUVONS CALER LE VAISSEAU SUR UNE TRAJECTOIRE STABLE EN ORBITE AUTOUR D'URANUS OU D'UN DE SES SATELLITES.
MAIS NOUS PERDONS LA FACULTÉ DE VOYAGER À TRÈS GRANDE VITESSE ?
UNE FOIS LE VAISSEAU EN ORBITE, IL SERA STABILISÉ. LA TERRE POURRA ENVOYER UNE NAVETTE POUR VOUS RAPATRIER.
ET COMBIEN DE TEMPS METTRAIENT-ILS POUR VENIR NOUS CHERCHER ?
DANS L'ÉTAT ACTUEL DE NOS MOYENS, JE DIRAIS ENTRE HUIT ET NEUF ANS.
MÊME CHOSE POUR LE RETOUR.

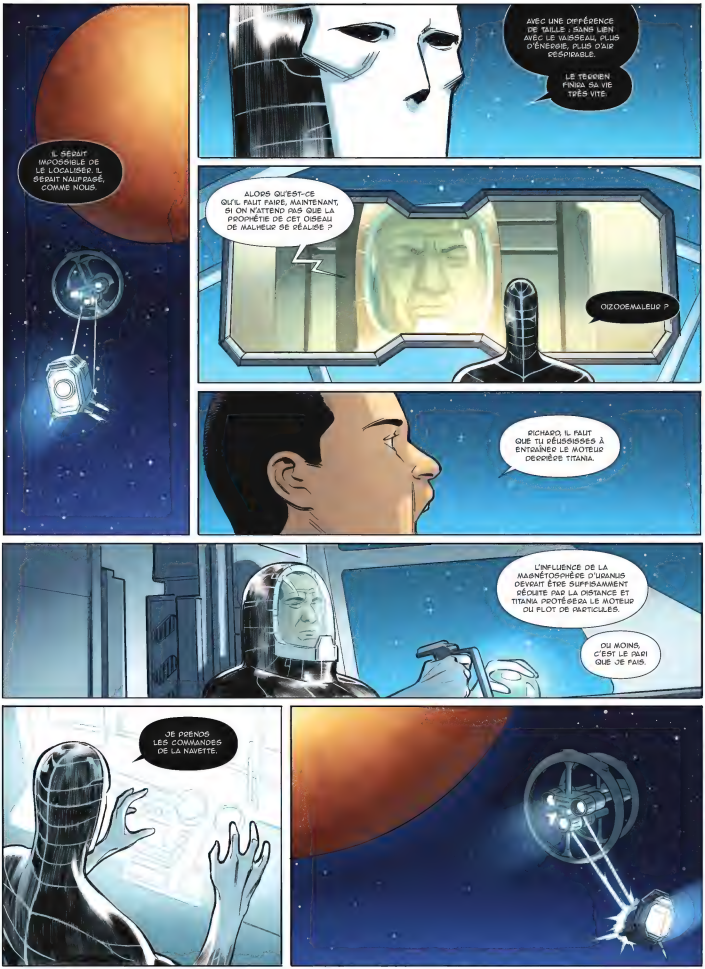
IMPOSSIBLE, ALEX !
NOS ENFANTS, ILS AURONT QUEL ÂGE QUAND NOUS LES REVERRONS SUR TERRE ?
QUAND LES VÔTRES VOUS AURONT ÉVACUÉS, J'UTILISERAI LA FORCE DE GIAUTATION D'URANUS POUR LANCER LE VAISSEAU DANS UN LENT VOYAGE AU-DELÀ DES CONFINS DU SYSTÈME SOLAIRE.
JE RÉVEILLERAI CEUX QUE VOUS APPELEZ HAL ET POOLE ET NOUS DÉRIVERONS DANS L'INFINI JUSQU'AU TERMINUS DE NOS VIES.
ET PUIS TOI, CLARKE, QU'EST-CE QUE TU PÉGAS AVEC UN VAISSEAU SANS MOTEUR ?
LA VITESSE N'A GUÈRE D'IMPORTANCE POUR ATTEINDRE CE POINT.
ET SI TU NOUS AMÈNES TOI-MÊME SUR TERRE ? NOUS GAGNONS AU MOINS HUIT ANS.
TRÈS BONNE IDÉE.
POUR PERMETTRE BEAUCOUP DE NOS TECHNOLOGIES ENTRE LES MAINS DE VOTRE ESPÈCE ?
LORSQUE NOUS AVONS TROUVÉ TON VAISSEAU SUR LA LUNE, NOUS N'AVONS PAS PROFITÉ DE LA SITUATION.
VRAIMENT ?
QUAND LE TERRIEN ALEXANDRE-MAILLARD ET SON ÉQUIPE SONT VENUS À BORD PRÉPARER VOTRE VOYAGE, ILS ONT TOUT FILMÉ.
JE SUIS SÛR QUE CHAQUE IMAGE EST À L'HEURE ACTUELLE DÉCORTIQUÉE PAR VOS SAVANTS.

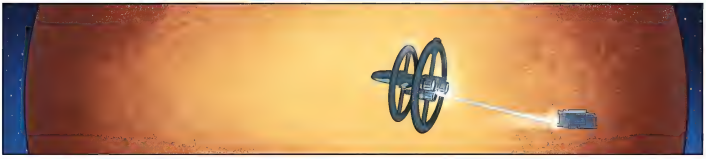
TU AS FAIT ÇA ? ET TU NE M'AS MÊME PAS SOUTENU QUAND JE ME SUIS FAIT CHOPER EN TRAIN DE FOUILLER DANS LA TECHNOLOGIE DE CLARKE ?
CE N'EST PAS LE SUJET. IL FAUT SAUVER LE MOTEUR À DISTORSION...
SAUVER NOTRE VOYAGE, GARANTIR NOTRE RETOUR AVANT L'ÂGE DE LA RETRAITE. OK ?
ET COMMENT TU VEUX PÉLISSIP ÇA, SUPERMAN ?
J'AI UNE IDÉE. TU VAS ME DIRE SI ELLE EST RÉALISABLE. POUR COMMENCER, J'EMPRUNTE UNE NAVETTE...
JE DISQUE MA VIE POUR VOUS.
ET QUELQUES INSTANTS PLUS TARD...
C'EST QUOI, TON IDÉE, ALEX ? TU ES SÛR DE TOI ?
ÇA PEUT MARCHER, JE TE LE PROMETS, FRANCESCA. JE NE VEUX PAS TE PERDRE.
ATTENDS ! C'EST À MOI D'Y ALLER. SUR MARS, TU M'AS SAUVÉ LA VIE.
ET TU ES LE COMMANDANT DE LA MISSION, TU NE PEUX PAS DISQUER TA VIE. EN CAS DE... PROBLÈME, SANS TOI, LA MISSION S'ARRÊTE.
SI TU ME BLOQUES EN ORBITE PENDANT NEUF ANS, STRONZO, JE TE PROMETS QUE TU TROUVERAS LE TEMPS TRÈS LONG !

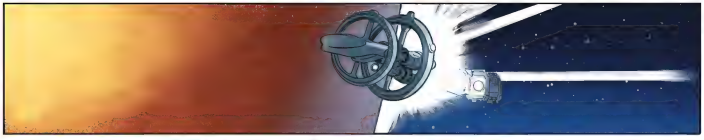

JE SUIS PRÊT.
MOTEUR ÉJECTÉ.
NAVETTE ÉJECTÉE.
RICHARD, C'EST ALEX... MAINTENANT, IL VA FALLOIR QUE TU NOUS AIDES À FAIRE PASSER LE MOTEUR DERRIÈRE LE SATELLITE TITANIA...
RETOUR À LA GRAVITÉ NORMALE.
OUCH !
LE MOTEUR EST ATTIRÉ PAR LA GRAVITÉ DE CE SATELLITE.
C'EST TITANIA, LA PLUS GROSSE LUNE D'URANUS.
COMME OBÉRON, NOUS PENSONS QUE TITANIA POURRAIT POSSÉDER UN OCÉAN LIQUIDE SOUS UNE CROÛTE DE GLACE À ENVIRON 250 KM DE LA SURFACE.
C'EST LE PLUS GRAND SATELLITE D'URANUS, LE HUITIÈME PLUS GRAND DU SYSTÈME SOLAIRE AVEC UN DIAMÈTRE DE 1.578 KM, MAIS IL EST 20 FOIS MOINS MASSIF QUE LA LUNE.
ÇA DEVRAIT SUFFIRE POUR CE QUE NOUS DEVONS FAIRE.

JE FONCE SUR LE MOTEUR, C'EST BON ?
IL FAUT TE RAPPROCHER ENCORE POUR QUE CLARKE PUISSE AGIR.
TERRIEN RICHARD-CARTIER, PRÉPARE-TOI À ENCAISSER UN CHOC.
OK, CLARKE.
PHASE 1.
CONTACT.
PHASE 2. TERRIEN RICHARD-CARTIER, TU ES PRÊT ?
TERRIEN RICHARD-CARTIER ?

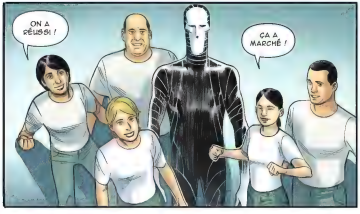
OU-OUI.. ÇA VA.
C'EST BON, RICHARD, ÇA VA MARCHER.
NON, TERRIEN RICHARD-CARTIER, IL FAUT BADGER TON CASQUE.
TOUT DANGER N'EST PAS ÉCARTÉ.
QU'EST-CE QUI L'A PISQUE ?
LES TURBULENCES DU MOTEUR PEUVENT ENCORE OCCASIONNER DES CHOCS VIOLENTS DANS LA NAVETTE.
ET CE QUI A AFFECTÉ LE MOTEUR PEUT TOUJOURS PROVOQUER UNE NOUVELLE DISTORSION QUI LE PROJETTERAIT À DES DISTANCES ÉNORMES.
ET DANS CE CAS, QU'EST-CE QU'IL ADVIENDRAIT DE RICHARD ?


IL SERAIT IMPOSSIBLE DE LE LOCALISER. IL SERAIT NAUFRAGE, COMME NOUS.
AVEC UNE DIFFÉRENCE DE TAILLE : SANS LIEN AVEC LE VAISSEAU, PLUS D'ÉNERGIE, PLUS D'AIR RESPIRABLE.
LE TERRIEN FINIRA SA VIE TRÈS VITE.
ALORS QU'EST-CE QU'IL FAUT FAIRE, MAINTENANT, SI ON N'ATTEND PAS QUE LA PROCHAINE DE CET OISEAU DE MALHEUR SE RÉALISE ?
OIZOOEMALEUR ?
RICHARD, IL FAUT QUE TU RÉUSSISSES À ENTRAÎNER LE MOTEUR DERRIÈRE TITANIA.
L'INFLUENCE DE LA MAGNÉTOSPHÈRE D'URANUS DEVRAIT ÊTRE SUFFISAMMENT DÉVIÉE PAR LA DISTANCE ET TITANIA PROTÉGERA LE MOTEUR DU FLOT DE PARTICULES.
OU MOINS, C'EST LE PLAN QUE JE FAIS.
JE PRENDS LES COMMANDES DE LA NAVETTE.

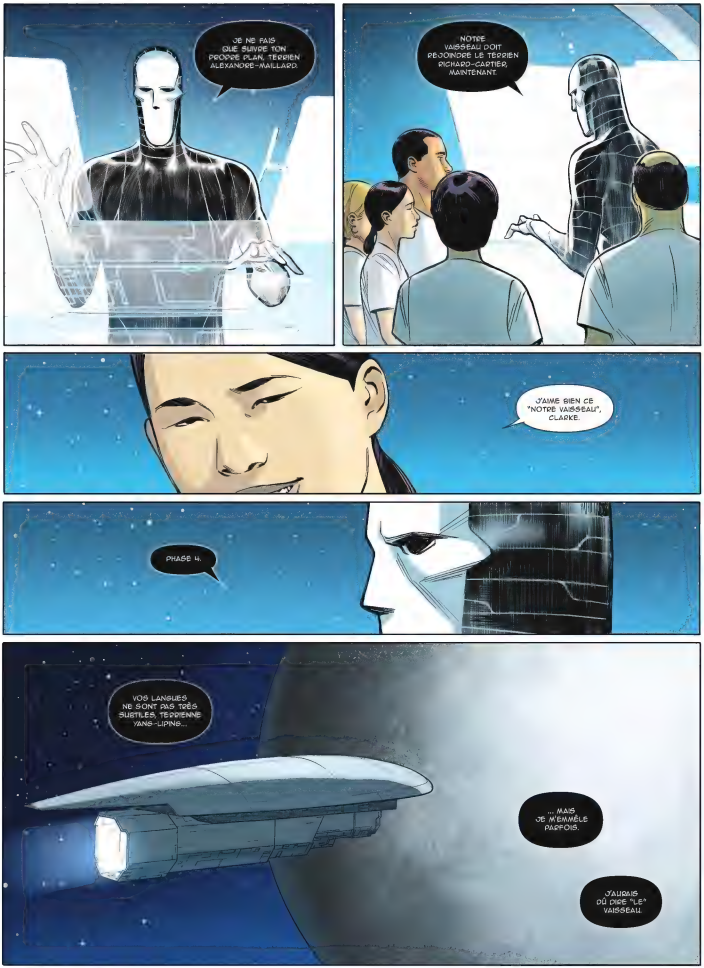


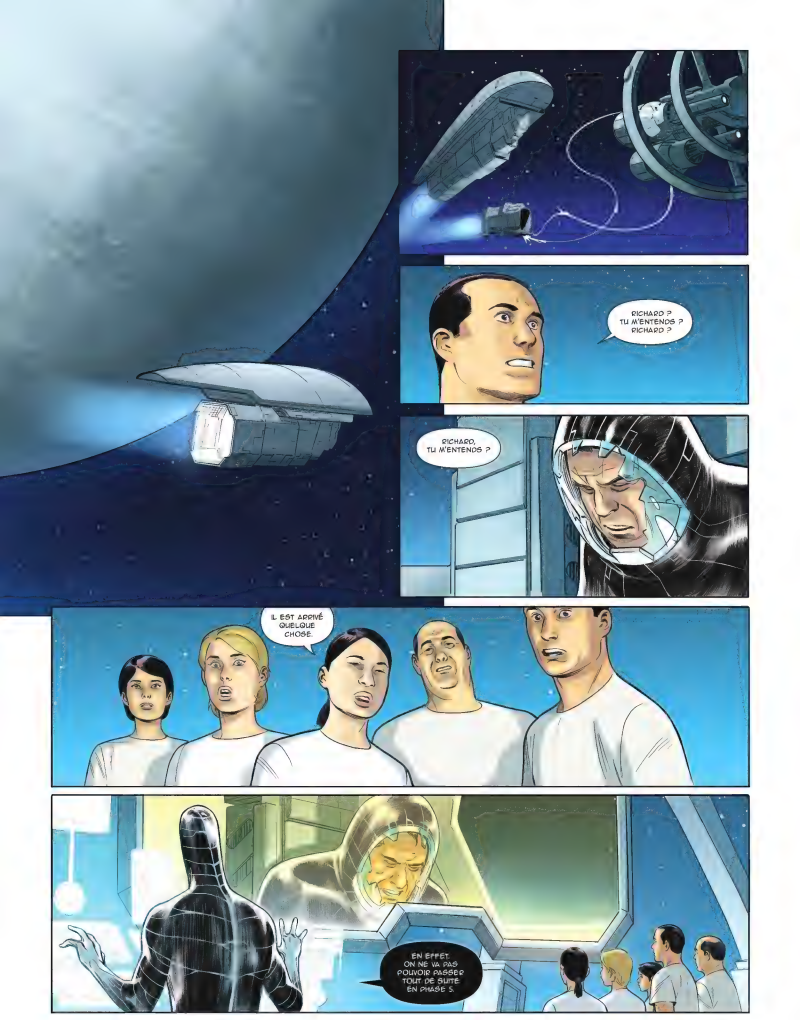


PHASE 3.

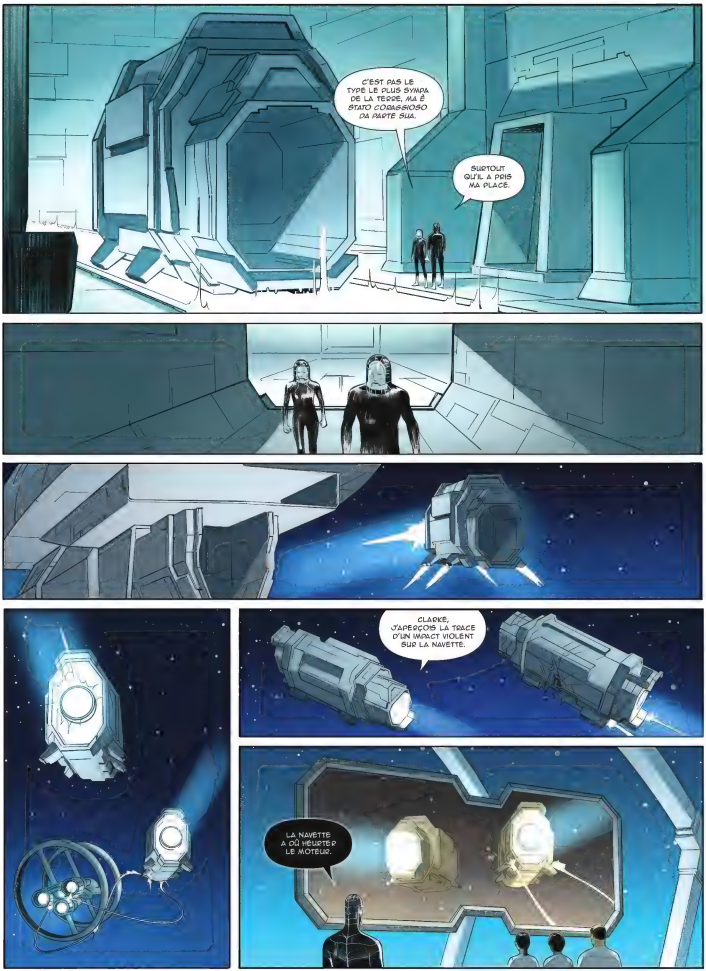

ON A RÉUSSI !
ÇA A MARCHÉ !

QU'EST-CE QUE TU FAIS ?


JE NE FAIS QUE SUIVRE TON PROPRE PLAN, TERRIEN ALEXANDRE-MAILLARD.
NOTRE VAISSEAU DOIT REJOINDRE LE TERRIEN RICHARD-CARTIER, MAINTENANT.
J'AIME BIEN CE "NOTRE VAISSEAU", CLARKE.
PHASE 4.
VOS LANGUES NE SONT PAS TRÈS SUBTILES, TERRIENNE YANG-LIPINE...
... MAIS JE M'EN MÊLE PARFOIS.
J'AURAIS DÛ DIRE "LE" VAISSEAU.

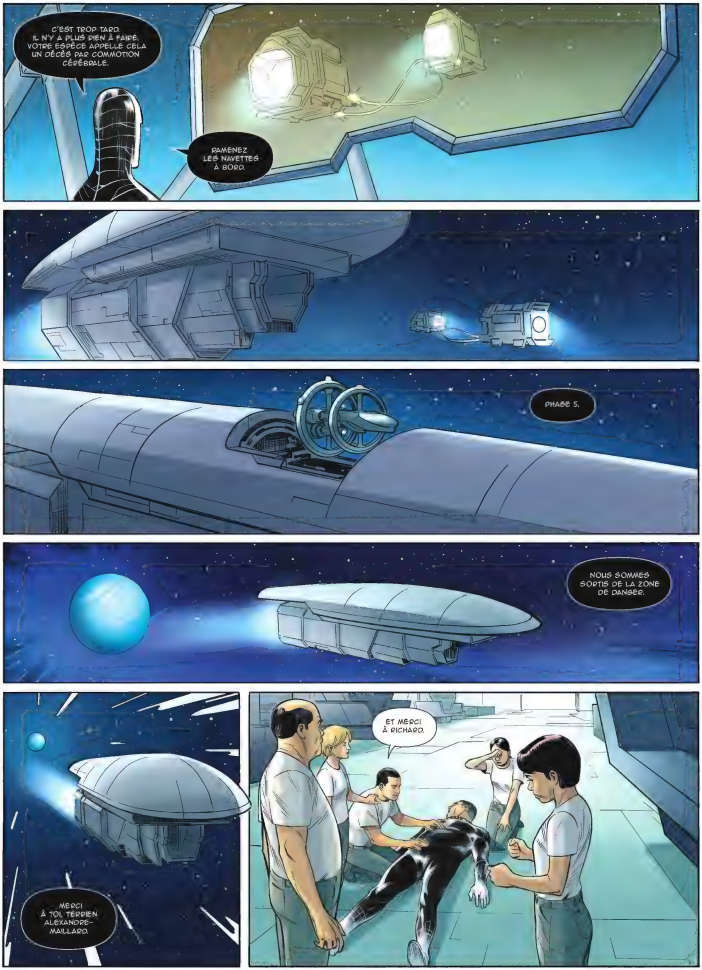

RICHARD ? TU M'ENTENDS ? RICHARD ?
RICHARD, TU M'ENTENDS ?
IL EST ARRIVÉ QUELQUE CHOSE.
EN EFFET, ON NE VA PAS POUVOIR PASSER TOUT DE SUITE EN PHASE 3.

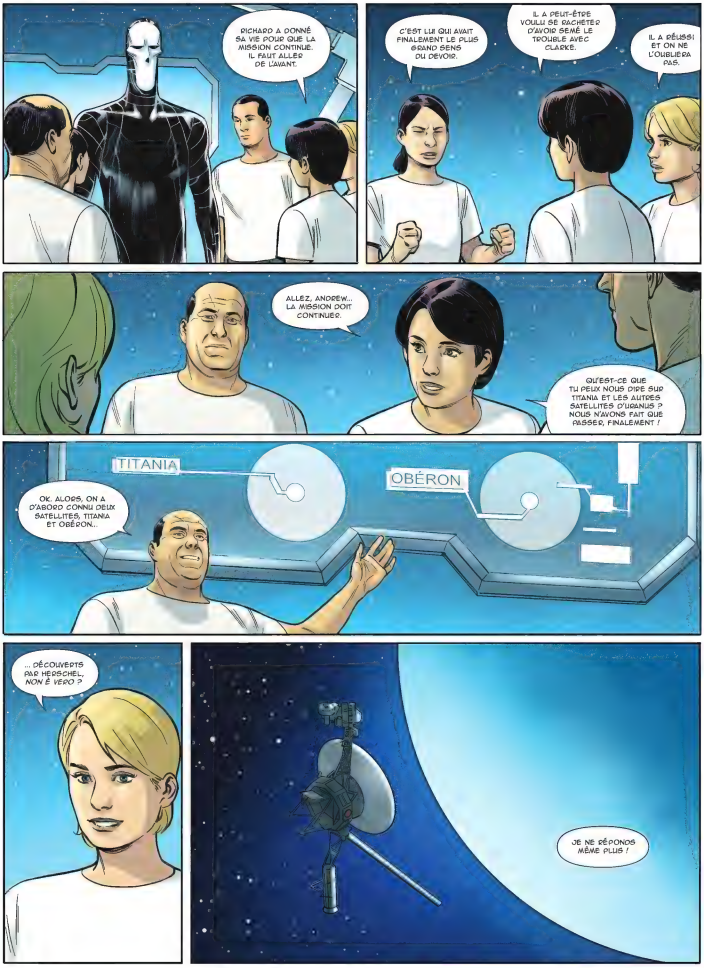
HÉ !
C'EST POUR QUOI, ÇA ?
MADGE MIA ! TU NOUS AS SAUVÉS. TON PLAN ÉTAIT MAGNIFIQUE.
J'ESPÈRE JUSTE QUE RICHARD VA S'EN TIRER.


C'EST PAS LE TYPE LE PLUS SYMPA DE LA TERRE, MA È STATO COMANDATO DA PRIMA SUA.
SURTOUT QU'IL A PRIS MA PLACE.
CLARKE, J'APERÇOIS LA TRACE D'UN IMPACT VIOLENT SUR LA NAVETTE.
LA NAVETTE A DÛ HEURTER LE MOTEUR.

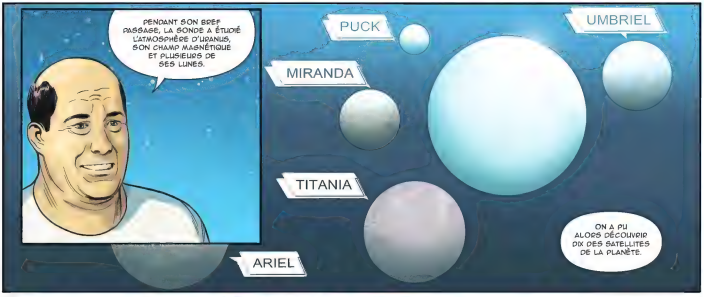
JE VAIS SUPPRIMER LES LIENS ET AGRIPPER LES DEUX NAVETTES.
VOUS POURREZ ENTRER ENSUITE.
RICHARD ? TU M'ENTENDS ? RÉPONDS-MOI !
RÉVEILLE-TOI, JE T'EN SUPPLIE.

TERRIENNE FRANCESCA-BALDINI, IL Y A UN BLOC MÉDICAL DANS LA NAVETTE.
ESSAIE DE PORTER LE CORPS JUSQU'À L'UNITÉ.
JE SUPPRIME LA PESANTEUR DANS LA NAVETTE.
OUCH ! MOI AUSSI, JE VAIS AVOIR BESOIN DE L'UNITÉ MÉDICALE !
JE SUIS DÉSOLÉ, TERRIENS.
LE TERRIEN RICHARD-CARTIER A FINI SA VIE.
RICHARD, NON !


C'EST TROP TARD. IL N'Y A PLUS RIEN À FAIRE. VOTRE ESPÈCE APPELLE CELA UN DÉCÈS PAR COMMOTION CÉRÉBRALE.
RAMENEZ LES NAVETTES À BORD.
PHASE 5.
NOUS SOMMES SORTIS DE LA ZONE DE DANGER.
MERCI À TOI, TERRIEN, ALEXANDRE-MAILLARD.
ET MERCI À RICHARD.

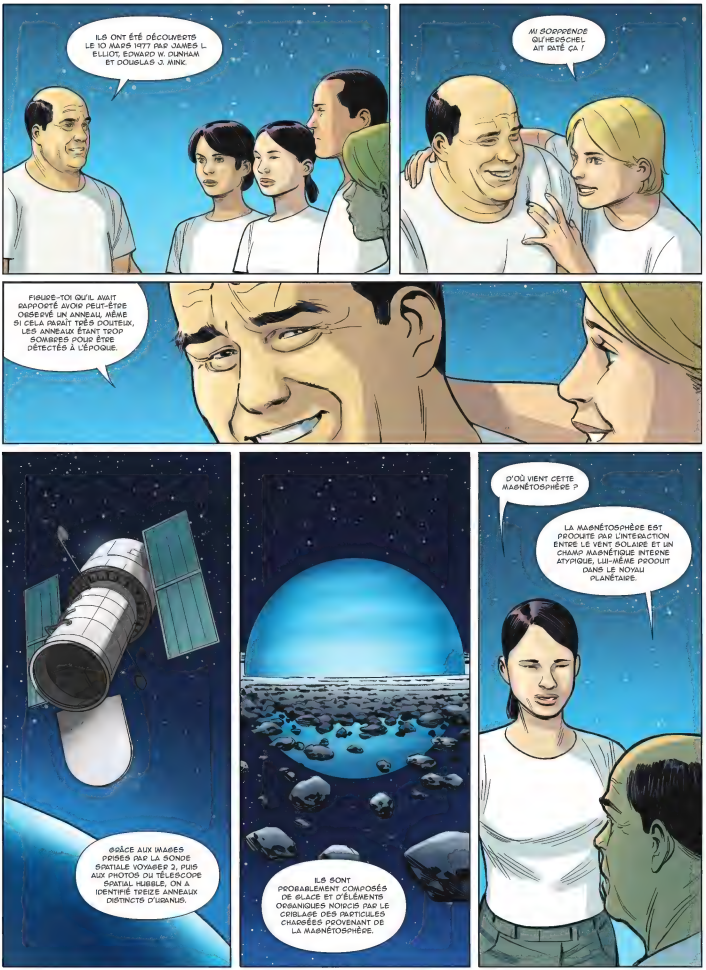

RICHARD A DONNÉ SA VIE POUR QUE LA MISSION CONTINUE. IL FAUT ALLER DE L'AVANT.
C'EST LUI QUI AVAIT FINALEMENT LE PLUS GRAND SENS DU DEVOIR.
IL A PEUT-ÊTRE VOULU SE RACHETER D'AVOIR SEMÉ LE TROUBLE AVEC CLARKE.
IL A DÉLUSSI ET ON NE L'OUBLIERA PAS.
ALLEZ, ANDREW... LA MISSION DOIT CONTINUER.
QU'EST-CE QUE TU PEUX NOUS DIRE SUR TITANIA ET LES AUTRES SATELLITES D'URANUS ? NOUS N'AVONS FAIT QUE PASSER, FINALEMENT !
TITANIA
OBÉRON
OK, ALORS, ON A D'ABORD CONNU DEUX SATELLITES, TITANIA ET OBÉRON...
... DÉCOUVERTS PAR HERSCHEL, NON ÉVERO ?
JE NE RÉPONDS MÊME PLUS !

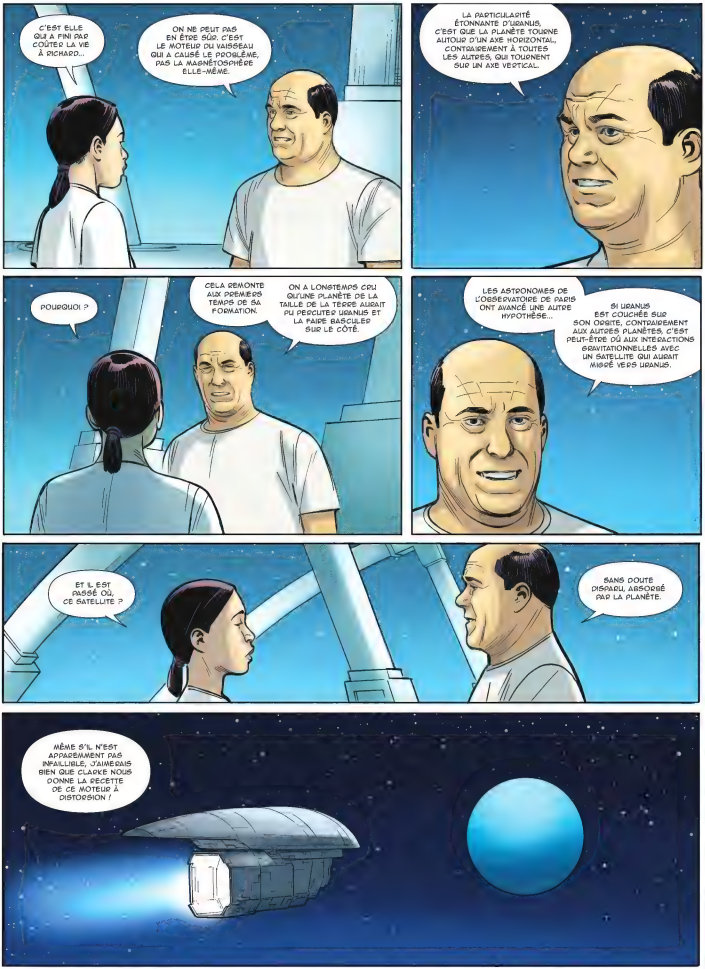
LANCÉE EN 1977 PAR LA NASA, LA SONDE VOYAGER 2 A OBSERVÉ EN 1986 LA PLANÈTE À UNE DISTANCE D'ENVIRON 80 000 KM AVANT DE CONTINUER SON VOYAGE VERS NEPTUNE.

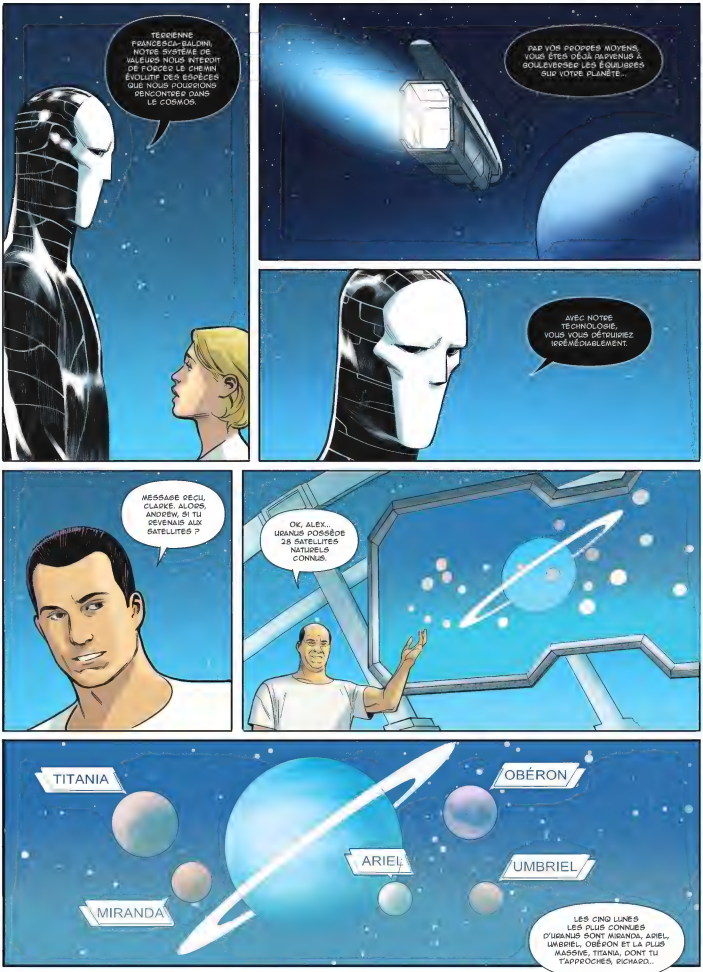

PENDANT SON BREF PASSAGE, LA SONDE A ÉTUDIÉ L'ATMOSPHÈRE D'URANUS, SON CHAMP MAGNÉTIQUE ET PLUSIEURS DE SES LUNES.
PUCK
UMBRIEL
MIRANDA
TITANIA
ARIEL
ON A PU ALORS DÉCOUVRIR DIX DES SATELLITES DE LA PLANÈTE.

ET ON A AUSSI DÉCOUVERT DE NOUVEAUX ANNEAUX AUTOUR D'URANUS.

LES ANNEAUX D'URANUS FORMENT UN SYSTÈME MOINS COMPLEXE QUE CEUX DE SATURNE, MAIS PLUS ÉLABORÉS QUE CEUX DE JUPITER OU DE NEPTUNE.


ILS ONT ÉTÉ DÉCOUVERTS LE 10 MARS 1977 PAR JAMES L. ELLIOT, EDWARD W. DUNHAM ET DOUGLAS J. MINK.
MI SORPRENDE QUE HERSCHEL AIT RATÉ ÇA !
FIGURE-TOI QU'IL AVAIT RAPPORTÉ AVOIR PEUT-ÊTRE OBSERVÉ UN ANNEAU, MÊME SI CELA PARAÎT TRÈS DOUTEUX, LES ANNEAUX ÉTANT TROP SOMBRES POUR ÊTRE DÉTECTÉS À L'ÉPOQUE.
GRÂCE AUX IMAGES PRISES PAR LA SONDE SPATIALE VOYAGER 2, PUIS AUX PHOTOS DU TÉLESCOPE SPATIAL HUBBLE, ON A IDENTIFIÉ TREIZE ANNEAUX DISTINCTS D'URANUS.
ILS SONT PROBABLEMENT COMPOSÉS DE GLACE ET D'ÉLÉMENTS ORGANIQUES NOYÉS PAR LE CRIBLAGE DES PARTICULES CHARGÉES PROVENANT DE LA MAGNÉTOSPHÈRE.
D'OÙ VIENT CETTE MAGNÉTOSPHÈRE ?
LA MAGNÉTOSPHÈRE EST PRODUITE PAR L'INTERACTION ENTRE LE VENT SOLAIRE ET UN CHAMP MAGNÉTIQUE INTERNE ATYPIQUE, LUI-MÊME PRODUIT DANS LE NOYAU PLANÉTAIRE.


C'EST ELLE QUI A FINI PAR COÛTER LA VIE À RICHARD...
ON NE PEUT PAS EN ÊTRE SÛR. C'EST LE MOTEUR OU VAISSEAU QUI A CAUSÉ LE PROBLÈME, PAS LA MAGNÉTOSPHÈRE ELLE-MÊME.
LA PARTICULARITÉ ÉTONNANTE D'URANUS, C'EST QUE LA PLANÈTE TOURNE AUTOUR D'UN AXE HORIZONTAL, CONTRAIREMENT À TOUTES LES AUTRES, QUI TOURNENT SUR UN AXE VERTICAL.
POURQUOI ?
CELA REMONTE AUX PREMIERS TEMPS DE SA FORMATION.
ON A LONGTEMPS CRU QU'UNE PLANÈTE DE LA TAILLE DE LA TERRE AURAIT PU PERCUTER URANUS ET LA FAIRE BASCULER SUR LE CÔTÉ.
LES ASTRONOMES DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS ONT AVANCÉ UNE AUTRE HYPOTHÈSE...
SI URANUS EST COUCHÉE SUR SON ORBITE, CONTRAIREMENT AUX AUTRES PLANÈTES, C'EST PEUT-ÊTRE DÛ AUX INTERACTIONS GRAVITATIONNELLES AVEC UN SATELLITE QUI AURAIT HEURTÉ URANUS.
ET IL EST PASSÉ OÙ, CE SATELLITE ?
SANS DOUTE DISPARU, ABSORBÉ PAR LA PLANÈTE.
MÊME S'IL N'EST APPAREMMENT PAS INFAILLIBLE, J'AIMERAIS BIEN QUE CLARKE NOUS DONNE LA RECETTE DE CE MOTEUR À DISTORSION !


TERRIENNE FRANCESCA-BALDINI, NOTRE SYSTÈME DE VALEURS NOUS INTERDIT DE FORCER LE CHEMIN ÉVOLUTIF DES ESPÈCES QUE NOUS POURRIONS RENCONTRER DANS LE COSMOS.
PAR VOS PROPRES MOYENS, VOUS ÊTES DÉJÀ PARVENUS À SOULEVER DE LÉGERS ÉQUILIBRES SUR VOTRE PLANÈTE...
AVEC NOTRE TECHNOLOGIE, VOUS VOUS DÉTRUIRIEZ IRRÉMÉDIABLEMENT.
MESSAGE REÇU, CLARKE. ALORS, ANDREW, SI TU REVENAIS AUX SATELLITES ?
OK, ALEX... URANUS POSSÈDE 28 SATELLITES NATURELS CONNUS.
TITANIA
OBÉRON
ARIEL
UMBRIEL
MIRANDA
LES CINQ LUNES LES PLUS CONNUES D'URANUS SONT MIRANDA, ARIEL, UMBRIEL, OBÉRON ET LA PLUS MASSIVE, TITANIA, DONT TU T'APPROCHES, RICHARD...

ARIEL ET UMBRIEL FURENT DÉCOUVERTS PAR WILLIAM LASSELL, EN 1851.

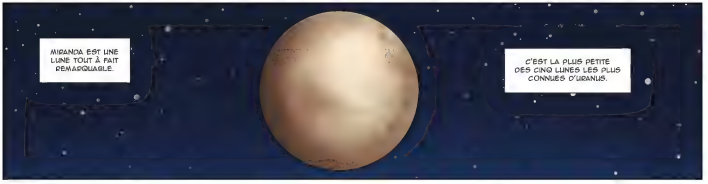
ENCORE UN PERSONNAGE EXTRAVAGANT, CE WILLIAM LASSELL. CE NATIF DU LANCASHIRE, ISSU D'UNE FAMILLE D'HOTELIERS RÉPUTÉS, FAIT FORTUNE COMME BRASSEUR À LIVERPOOL, GRÂCE NOTAMMENT À LA CLIENTÈLE DES OUVRIERS DES CHANTIERS NAVALS.

ASTRONOME AMATEUR AUTODIDACTE, SES MOYENS LUI PERMETTENT DE CONSTRUIRE PLUSIEURS TÉLESCOPES QUI PRÉSENTENT DIVERSES INNOVATIONS. IL AMÉNAGE UN OBSERVATOIRE À PROXIMITÉ DE SA DEMEURE QUI PORTE UN NOM PRÉDESTINÉ : "STARFIELD", CHAMP D'ÉTOILES.

CELUI QUI DÉCOUVRE MIRANDA EN 1948 EST À L'OPPOSÉ, TOUT SAUF AUTODIDACTE.

NÉ EN 1905 AUX PAYS-BAS, GERRIT PIETER KUIPER EST NATURALISÉ AMÉRICAIN EN 1937. IL EST SURTOUT CONNU POUR AVOIR DÉCOUVERT UNE RÉGION AU-DELÀ DE NEPTUNE QUI FOURMILLE DE PETITS CORPS ET QUI PORTE SON NOM : LA CEINTURE DE KUIPER.

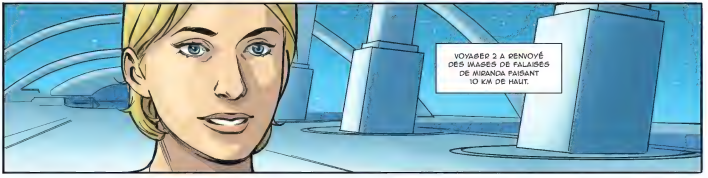
MIRANDA EST UNE LUNE TOUT À FAIT REMARQUABLE.

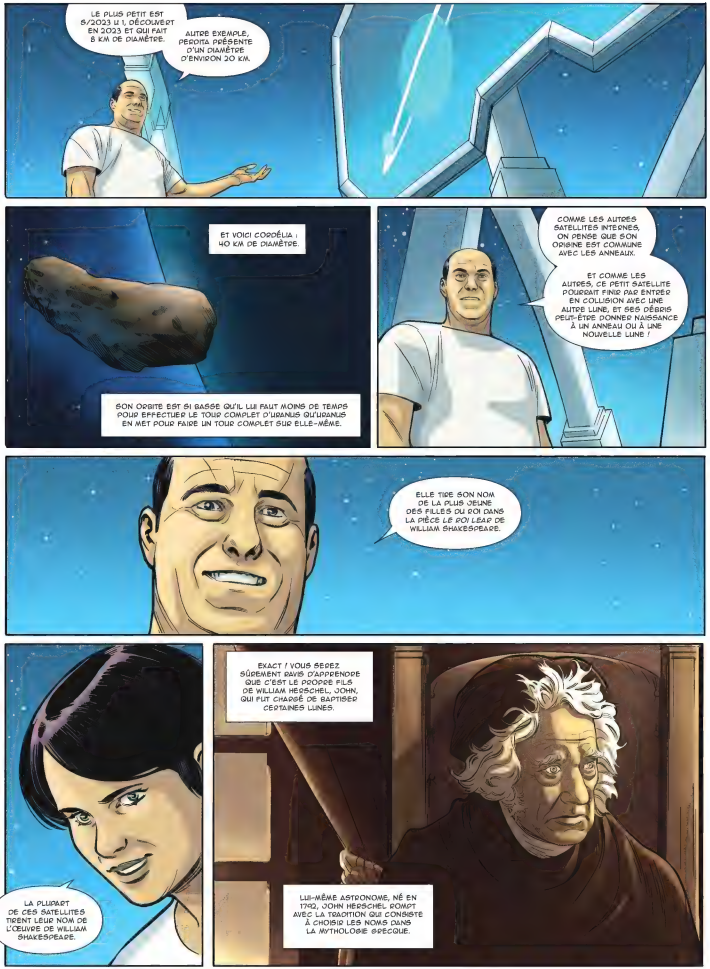


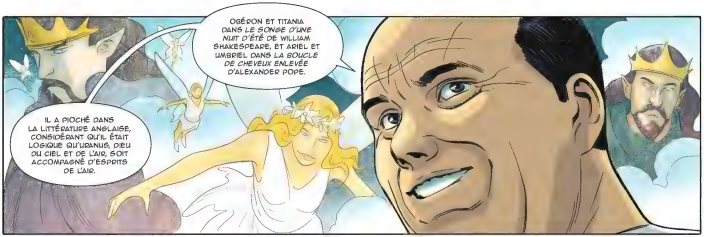
C'EST LA PLUS PETITE DES CINQ LUNES LES PLUS CONNUES D'URANUS.

SA SURFACE SEMBLE COMPOSÉE DE GLACE D'EAU MÊLÉE À DES COMPOSÉS SILICATÉS OU CARBONÉS AINSI QUÀ DE L'AMMONIAC HYDRATÉ.

MIRANDA EST SEMÉE DE CRATÈRES, DE CANYONS, DE FALAISES ET DE PLAINES. SES GORGES SONT DIX FOIS PLUS PROFONDES QUE LE GRAND CANYON DE L'ARIZONA.




LE PLUS PETIT EST S/2023 U 1, DÉCOUVERT EN 2023 ET QUI FAIT 8 KM DE DIAMÈTRE.
AUTRE EXEMPLE, PERDITA PRÉSENTE D'UN DIAMÈTRE D'ENVIRON 30 KM.
ET VOICI CORDÉLIA : 40 KM DE DIAMÈTRE.
SON ORBITE EST SI BASSE QU'IL LUI FAUT MOINS DE TEMPS POUR EFFECTUER LE TOUR COMPLET D'URANUS QU'URANUS EN MET POUR FAIRE UN TOUR COMPLET SUR ELLE-MÊME.
COMME LES AUTRES SATELLITES INTERNES, ON PENSE QUE SON ORIGINE EST COMMUNE AVEC LES ANNEAUX.
ET COMME LES AUTRES, CE PETIT SATELLITE POURRAIT FINIR PAR ENTRER EN COLLISION AVEC UNE AUTRE LUNE, ET SES DÉBRIS PEUT-ÊTRE DONNER NAISSANCE À UN ANNEAU OU À UNE NOUVELLE LUNE !
ELLE TIRE SON NOM DE LA PLUS JEUNE DES FILLES DU ROI DANS LA PIÈCE LE ROI LEAR DE WILLIAM SHAKESPEARE.
LA PLUPART DE CES SATELLITES TIRENT LEUR NOM DE L'ŒUVRE DE WILLIAM SHAKESPEARE.
EXACT ! VOUS SEREZ SÛREMENT RAVIS D'APPRENDRE QUE C'EST LE DOCTE FILS DE WILLIAM HERSCHEL, JOHN, QUI FUT CHARGÉ DE BAPTISER CERTAINES LUNES.
LUI-MÊME ASTRONOME, NÉ EN 1792, JOHN HERSCHEL ROMPT AVEC LA TRADITION QUI CONSISTE À CHOISIR LES NOMS DANS LA MYTHOLOGIE GRECQUE.


OBÉRON ET TITANIA DANS LE SONGE D'UNE NUIT D'ÉTÉ DE WILLIAM SHAKESPEARE, ET ARIEL ET UMBRIEL DANS LA BOUCLE DE CHEVEUX ENLEVÉE D'ALEXANDER POPE.
IL A PIOCHÉ DANS LA LITTÉRATURE ANGLAISE, CONSIDÉRANT QU'IL ÉTAIT LOGIQUE QU'URANUS, DIEU DU CIEL ET DE L'AIR, SOIT ACCOMPAGNÉ D'ESPRITS DE L'AIR.

ARIEL EST ÉGALEMENT UN ESPRIT DANS LA TEMPÊTE DE SHAKESPEARE.

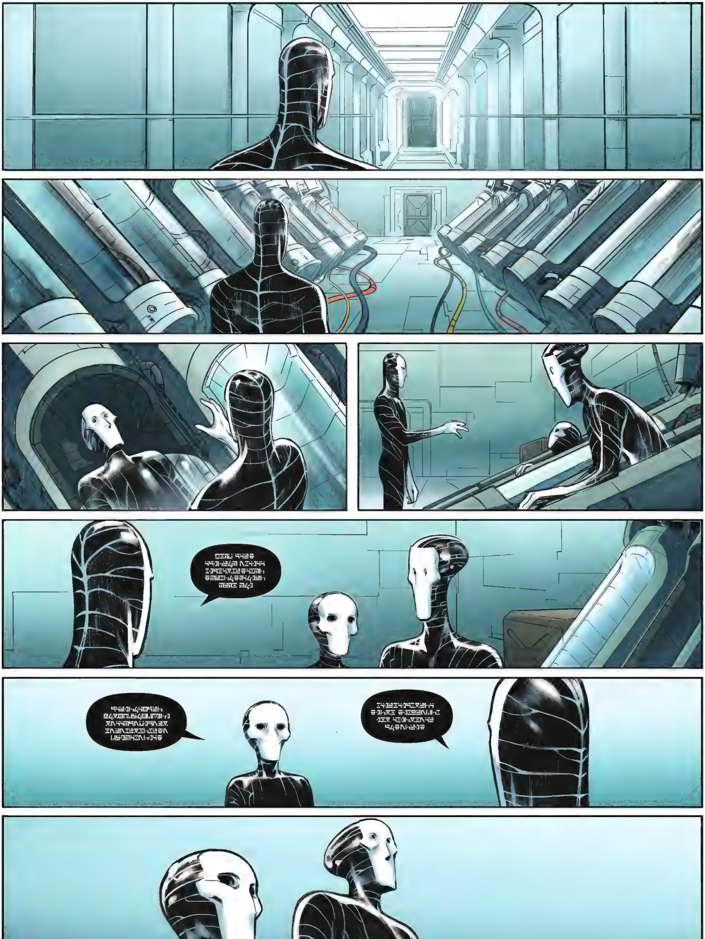
J'AI SURTOUT L'IMPRESSION QUE JOHN CONSIDÉRAIT QU'IL ÉTAIT LOGIQUE QU'ILS PORTENT DES NOMS ANGLAIS !

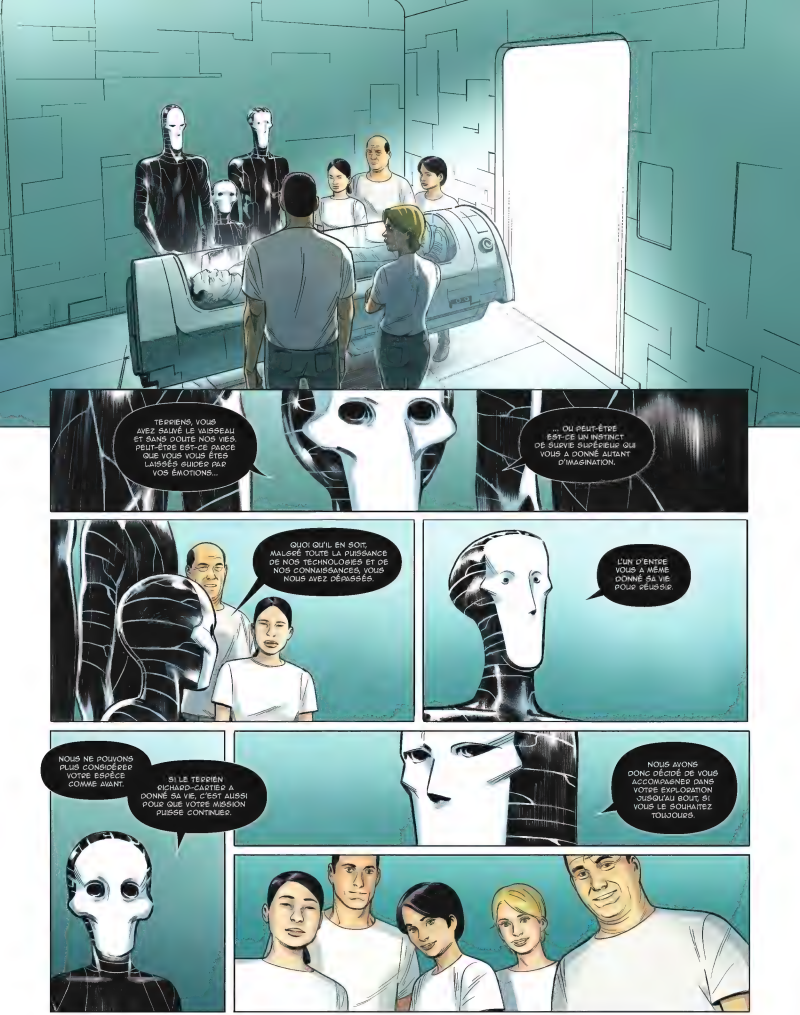
D'AILLEURS, LES NOMS SUIVANTS N'ONT PLUS ÉTÉ FORCÉMENT CEUX D'ESPRITS MAGIQUES, MAIS ONT ÉTÉ CHOISIS DANS LES MÊMES CEUVRES, COMME MIRANDA, UN PERSONNAGE MORTEL DE LA TEMPÊTE DE SHAKESPEARE...

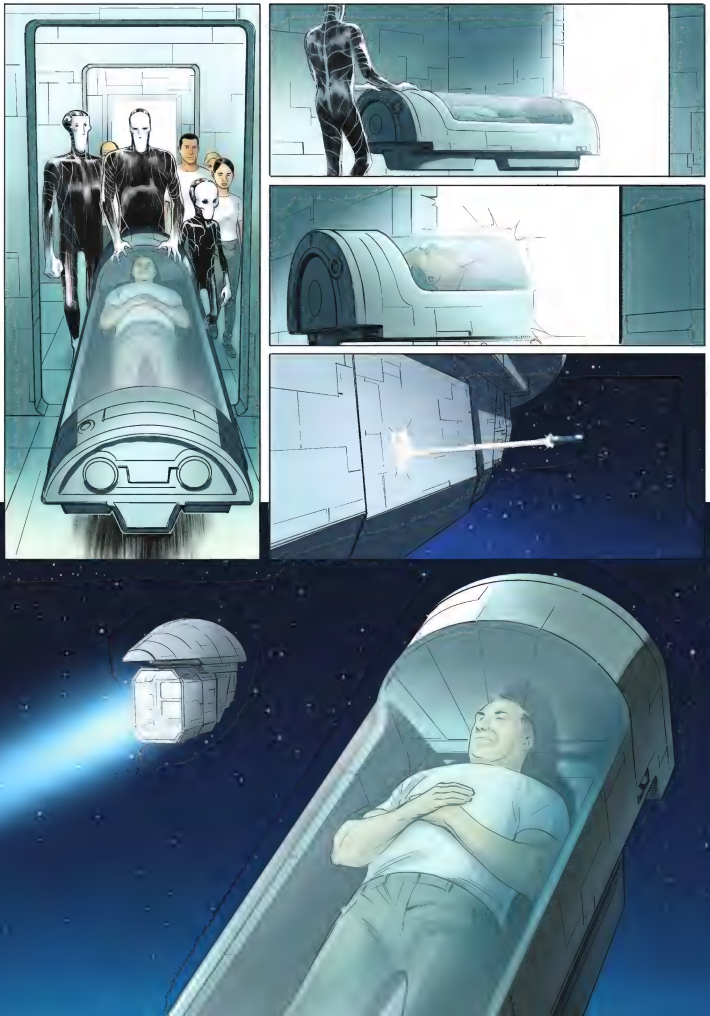
... OU MARIBERT, QUI A ÉTÉ NOMMÉE D'APRÈS BEAUCOUP DE BRUIT POUR RIEN.

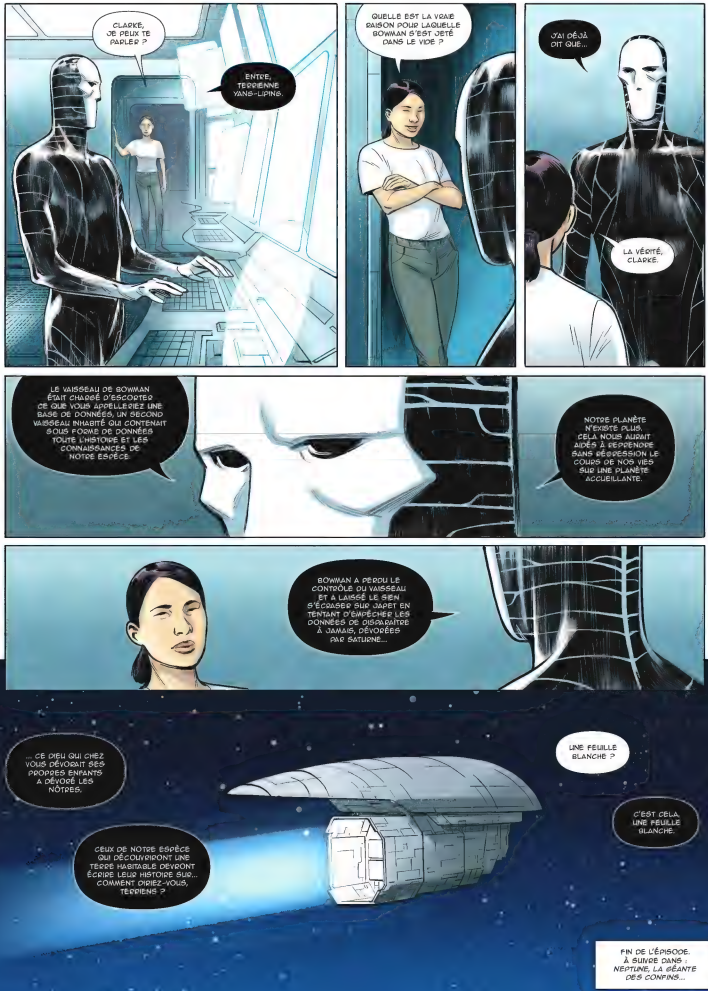
QUOI QU'IL EN SOIT, LES PETITES LUNES INTÉRIEURES SE PERTURBENT CONSTAMMENT LES UNES LES AUTRES. LE SYSTÈME EST CHAOTIQUE ET APPAREMMENT INSTABLE.
TITANIA
UMBRIEL
PERDITA
JULIETTE
ROSALINDE
PUCK
PORTIA
BELINDA
DESDÉMONE
BIANCA
CRESSIDA
ARIEL
MIRANDA
LEURS ORBITES POURRAIENT SE CROISER ET CONDUIRE À DES COLLISIONS ENTRE DES LUNES.

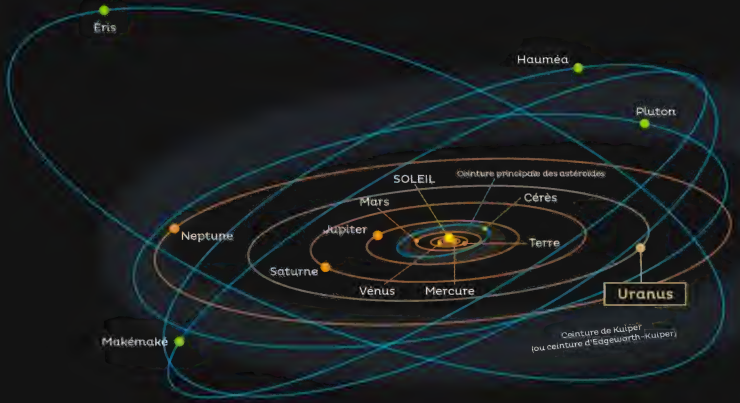
CRESSIDA DEVRAIT ENTRER EN COLLISION AVEC DESDÉMONE D'ICI UN MILLION D'ANNÉES ET, SANS DOUTE ENCORE AVANT EUX, AVEC CUPID ET BELINDA.




TERRIENS, VOUS AVEZ SUIVI LE VAISSEAU ET SANS DOUTE NOS VIES. PEUT-ÊTRE EST-CE PARCE QUE VOUS VOUS ÊTES LAISSÉS GUIDER PAR VOS ÉMOTIONS...
... OU PEUT-ÊTRE EST-CE UN INSTINCT DE SURVIE SUPÉRIEUR QUI VOUS A DONNÉ AUTANT D'IMAGINATION.
QUOI QU'IL EN SOIT, MALGRÉ TOUTE LA PUISSANCE DE NOS TECHNOLOGIES ET DE NOS CONNAISSANCES, VOUS NOUS AVEZ DÉPASSÉS.
L'UN D'ENTRE VOUS A MÊME DONNÉ SA VIE POUR RÉUSSIR
NOUS NE POUVONS PLUS CONSIDÉRER VOTRE ESPÈCE COMME AVANT.
SI LE TERRIEN RICHARD-CARTIER A DONNÉ SA VIE, C'EST AUSSI POUR QUE VOTRE MISSION PUISSE CONTINUER.
NOUS AVONS DONC DÉCIDÉ DE VOUS ACCOMPAGNER DANS VOTRE EXPLORATION JUSQU'AU BOUT, SI VOUS LE SOUHAITEZ TOUJOURS.



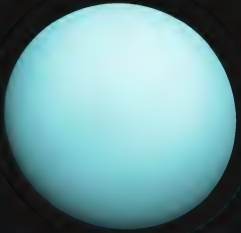

CLARKE, JE PEUX TE PARLER ?
ENTRE, TERRIENNE YANG-LIPINS.
QUELLE EST LA VRAIE RAISON POUR LAQUELLE BOWMAN S'EST JETÉ DANS LE VIDE ?
J'AI DÉJÀ DIT QUE...
LA VÉRITÉ, CLARKE.
LE VAISSEAU DE BOWMAN ÉTAIT CHARGÉ D'ESCORTER CE QUE VOUS APPELLERIEZ UNE BASE DE DONNÉES, UN SECOND VAISSEAU HABITÉ QUI CONTENAIT SOUS FORME DE DONNÉES TOUTE L'HISTOIRE ET LES CONNAISSANCES DE NOTRE ESPÈCE.
NOTRE PLANÈTE N'EXISTE PLUS. CELA NOUS AURAIT AIDÉS À REPRENDRE SANS RÉGRESSION LE COURS DE NOS VIES SUR UNE PLANÈTE ACCUEILLANTE.
BOWMAN A PERDU LE CONTRÔLE DU VAISSEAU ET A LAISSÉ LE SIEN S'ÉCRASER SUR JAPET EN TENTANT D'EMPÊCHER LES DONNÉES DE DISPARAÎTRE À JAMAIS, DÉVORÉES PAR SATURNE...
... CE DIEU QUI CHEZ VOUS DÉVORAIT SES PROPRES ENFANTS A DÉVORÉ LES NÔTRES.
CEUX DE NOTRE ESPÈCE QUI DÉCOUVRIRONT UNE TERRE HABITABLE DEVRONT ÉCRIRE LEUR HISTOIRE SUR... COMMENT DIRIEZ-VOUS, TERRIENS ?
UNE FEUILLE BLANCHE ?
C'EST CELA, UNE FEUILLE BLANCHE.
FIN DE L'ÉPISODE. À SUIVRE DANS NEPTUNE, LA GÉANTE DES CONFINS...



À LA DÉCOUVERTE D'URANUS

URANUS occupe la septième place dans l'ordre des planètes du Système solaire à partir du Soleil. Située deux fois plus loin que Saturne, elle fait une révolution autour du Soleil en 84 ans. D'un éclat cent fois plus faible que Saturne, elle a été la première planète découverte à l'époque moderne par William Herschel en 1781. Baptisée Uranus, comme le père de Saturne, elle forme avec Neptune une sous-catégorie de la famille des planètes géantes : les géantes de glace. Comme les planètes géantes gazeuses, Uranus n'a pas de surface solide, tourne rapidement sur elle-même — en près de 17 heures — et possède un système d'anneaux fins accompagné de 28 satellites naturels variés. Elle se distingue de Jupiter et Saturne par son atmosphère moins épaisse et très peu active, et par sa composition interne plus riche en roches et en glaces. Uranus présente deux particularités uniques dans le système solaire. D'une part, elle tourne autour d'un axe voisin du plan de l'écliptique. Lors des solstices, celui-ci pointe en direction du Soleil, si bien qu'un hémisphère reste en permanence éclairé et l'autre dans la nuit pendant plusieurs décennies. D'autre part, Uranus possède un champ magnétique dont l'axe est très incliné par rapport à l'axe de rotation. Cela produit une magnétosphère complexe en tire-bouchon qui, comme pour les autres planètes magnétisées, produit des aurores et des émissions radio variables.

Dossier préparé par le comité scientifique suivant, composé d'astrophysiciens et astrophysicienne à l'Observatoire de Paris - Université Paris Sciences et Lettres :
Bruno BÉZARD, Nicolas BIVER, Xavier BONNIN, Alain DORESSOUNDIRAM, Laurent LAMY, Milan MAKSIMOVIC, Sandrine VINATIER et Philippe ZARKA.



URANUS - FICHE D'IDENTITÉ

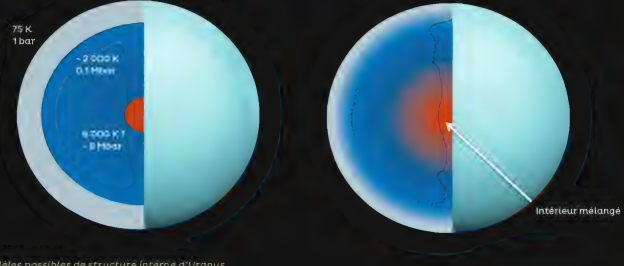
Diamètre équatorial/polaire : 51 118 km/49 946 km
Masse : 14,5 x masse Terre
Densité : 1,270
Distance moyenne au Soleil : 19,19 ua
(entre 2,736 et 3,005 milliards de km)
Distance à la Terre : 2,586 à 3,155 milliards de km
Période de rotation : 17 h 14 min
Période de révolution : 84,02 ans
Inclinaison de l'axe de rotation : 97,8°
Pesanteur à l'équateur/aux pôles : 0,88g/0,94g
Nombre de satellites naturels : 28 (au 01/03/2024)

g = accélération moyenne de la pesanteur terrestre = 9,807 m/s²

Uranus photographiée par la mission Voyager 2 le 24 janvier 1986.
© NASA

STRUCTURE INTERNE D'URANUS

Dihydrogène (H_2), hélium, glaces
Glaces, mélangées avec des roches ? Mélangées avec H-He ?
Roches, mélangées avec des glaces ?

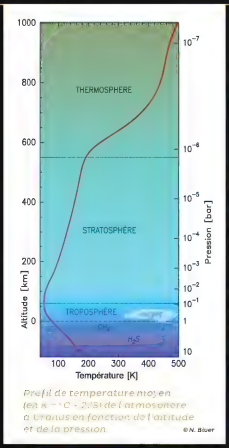


Modèles possibles de structure interne d'Uranus.
https://link.springer.com/article/10.1007/s11214-020-00686-3

Comme pour les autres planètes géantes, la pression et la température augmentent continûment avec la profondeur. Au niveau de pression 1 bar, la température moyenne est d'environ -200 °C. Au centre planétaire, ces grandeurs atteignent respectivement 6 à 8 mégabars (six à huit millions de fois la pression atmosphérique à la surface de la Terre) et 6 000 °C à 8 000 °C. La structure interne d'Uranus est mal connue en raison du manque d'observations près de la planète, obtenues par la seule sonde Voyager 2. Elle est décrite par trois régions, aux frontières incertaines. L'atmosphère correspond à l'enveloppe gazeuse externe, composée principalement d'hydrogène, d'hélium et de méthane. Son épaisseur représente 10 à 20 % du rayon planétaire, bien moins que pour Jupiter et Saturne. Le manteau forme la région médiane. On pense qu'il est composé de « glaces », bien que ce terme soit inadapté. Si l'eau forme probablement le composant principal du manteau, elle existe ici sous la forme particulière d'un fluide ionique, dont les mouvements produisent le champ magnétique complexe d'Uranus. La partie la plus interne, qui s'étend jusqu'à 10 à 20 % du rayon planétaire, forme le cœur dont la composition est rocheuse. La majeure partie de la masse d'Uranus (et de Neptune) est sous forme de glaces et de roches et non pas d'hydrogène et d'hélium comme Jupiter et Saturne. Une spécificité étonnante d'Uranus est son absence d'énergie interne, due au fait qu'Uranus rayonne autant d'énergie qu'elle en reçoit du Soleil.

ATMOSPHÈRE D'URANUS

L'atmosphère observable d'Uranus, planète fluide et sans surface, est majoritairement constituée de dihydrogène (H_2, environ 82 %), d'hélium (He, environ 15 %) et de méthane (CH_4, environ 3 %, variable avec la latitude), avec des traces de sulfure d'hydrogène (H_2S) et d'ammoniac (NH_3). C'est le méthane, nettement plus abondant que dans Jupiter et Saturne, qui donne sa couleur bleu-vert à Uranus. La température atteint un minimum d'environ −220 °C à la tropopause, située vers le niveau de pression 0,1 bar. L'atmosphère est suffisamment froide pour que le méthane condense dans la troposphère, vers le niveau de pression 1,5 bar, et forme les nuages blanchâtres qu'on observe épisodiquement. Une couche de brume, constituée de très petites particules (aérosols), s'étend de la région de condensation du méthane jusque dans la stratosphère. Plus bas, vers 6 bars, se trouve une couche nuageuse de cristaux de sulfure d'hydrogène et on déduit indirectement la présence d'un nuage d'hydrosulfure d'ammonium (NH_4SH) vers 50 bars.
Bien qu'il condense dans la troposphère supérieure, suffisamment de méthane est transporté dans la stratosphère pour permettre, à partir de sa dissociation par le rayonnement ultraviolet du Soleil, la production d'hydrocarbures plus complexes et d'aérosols.



Profil de température moyen (en K) de l'atmosphère d'Uranus en fonction de l'altitude et de la pression. © N. Bauer

CIRCULATION ATMOSPHÉRIQUE ET MÉTÉOROLOGIE

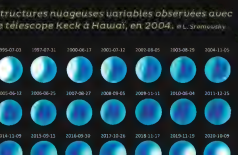
La circulation atmosphérique des planètes géantes se fait principalement par des courants-jets parallèles à l'équateur. Sur Uranus, ils sont dirigés vers l'ouest entre 25° nord et 25° sud et vers l'est à plus hautes latitudes. La vitesse du vent atteint un maximum de 900 km/h vers 60° nord et sud.

La température dans la troposphère supérieure, entre les niveaux de pression 1 et 0,1 bar, n'est pas uniforme sur la planète. Les latitudes moyennes, autour de 30 à 45° nord et sud, sont un peu plus froides (de 3 °C vers 0,1 bar) que les régions équatoriales et polaires. Cette structure, qui ne semble pas varier avec la saison, résulte probablement de cellules de circulation méridienne juxtaposées dans lesquelles l'air monte, en se refroidissant, aux latitudes moyennes et descend, en se réchauffant, vers l'équateur et les pôles.

Uranus présente, à grande échelle, une structure en bandes parallèles en latitude, plus ou moins brillantes selon la concentration en aérosols. Un phénomène spectaculaire est la variation saisonnière de la brillance des régions polaires, au-delà de 45° de latitude. Alors que la sonde Voyager avait observé en 1986 une région polaire sud très brillante, celle-ci s'est peu à peu assombrie tandis que les hautes latitudes nord, bien visibles depuis l'équinoxe de printemps en 2007, deviennent de plus en plus brillantes. Ce sont les variations de concentration du méthane et des aérosols qui sont responsables de cette augmentation de brillance visible au-dessus du pôle éclairé par le Soleil, qui alterne donc d'un pôle à l'autre tous les 42 ans.

Structures nuageuses variables observées avec le télescope Keck à Hawaï, en 2004. © L. Sromovsky

On observe sur Uranus une activité nuageuse fréquente mais épisodique. Des motifs nuageux très brillants, atteignant des niveaux de pression de quelques centaines de millibars, sont couramment visibles et peuvent persister plusieurs mois tout en changeant de forme. Certains de ces nuages sont probablement créés par convection. La détection radio d'éclairs d'orage lors du survol de la sonde Voyager 2 confirme l'existence d'une activité convective sur Uranus. Plus rarement, on peut détecter des taches sombres accompagnées de petits nuages brillants à plus haute altitude qui rappellent, en plus petit, la Grande Tache sombre de Neptune.



Images d'Uranus à une longueur d'onde de 619 nm, enregistrées par le télescope spatial Hubble et couvrant un quart de siècle durant lequel la saison sur la planète varie, du milieu de l'hiver au milieu du printemps dans l'hémisphère nord.
© NASA, ESA, OPAL Team, L. Fletcher

SYSTÈME SOLAIRE

CHAMP MAGNÉTIQUE ET MAGNÉTOSPHÈRE

UN CHAMP MAGNÉTIQUE COMPLEXE

Le champ magnétique produit dans l'intérieur d'Uranus n'est comparable qu'à celui de Neptune. Il a une structure beaucoup plus complexe que les champs magnétiques de la Terre, de Jupiter ou de Saturne, qui sont plus proches du champ dipolaire produit par un barreau aimanté. L'axe magnétique d'Uranus est très incliné par rapport à son axe de rotation, avec lequel il fait un angle de près de 60°. Par comparaison, cet angle atteint environ 45° pour Neptune, 10° pour la Terre et Jupiter et 0° pour Saturne. L'axe magnétique est également décalé de 0,3 rayon planétaire par rapport au centre d'Uranus, si bien que le pôle sud magnétique est plus proche de la surface et que le champ magnétique environnant est plus fort que du côté du pôle nord magnétique. Si le champ magnétique d'Uranus est produit comme pour la Terre et pour les géantes gazeuses par effet dynamo dans le manteau interne, sa complexité révèle que le « moteur » de la dynamo est sans doute très différent.

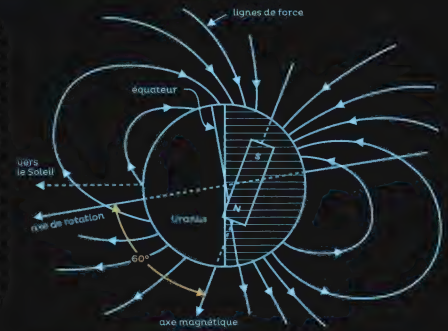
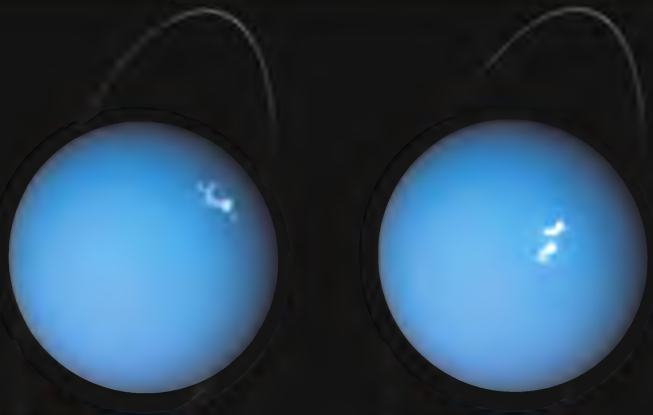


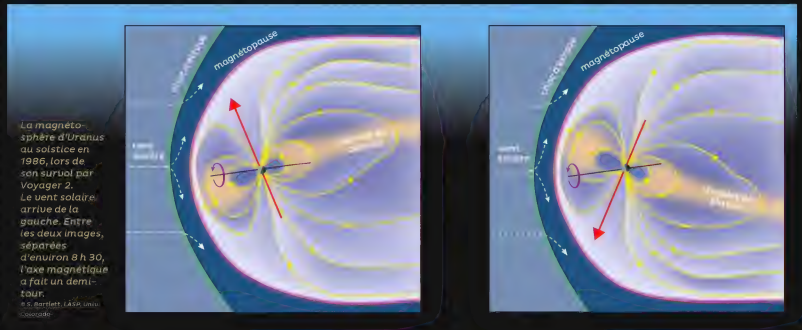
Schéma du champ magnétique d'Uranus. L'axe magnétique est incliné de 60° par rapport à l'axe de rotation qui pointe au voisinage du plan de l'écliptique.
https://science.org/doi/10.1126/science.233.4759.85



Aurores d'Uranus variables, observées à deux semaines d'écart par le télescope spatial Hubble en 2014, peu après l'équinoxe. Ces émissions sont attribuées à l'interaction de la magnétosphère avec le vent solaire.
© ESA/Hubble & NASA, L. Lamy / Observatoire de Paris

UNE MAGNÉTOSPHÈRE ASYMÉTRIQUE

Comme pour les autres planètes magnétisées, le champ magnétique interne d'Uranus creuse dans le vent solaire — ce flot de particules chargées électriquement (ou plasma) émanant du Soleil à environ 400 km/s — une cavité magnétique à grande échelle qui s'appelle une magnétosphère. La magnétosphère d'Uranus a été découverte et étudiée essentiellement lors du survol de Voyager 2 en 1986. Elle s'étend en direction du Soleil jusqu'à une distance d'environ 18 rayons planétaires (environ 460 000 km) et sur une centaine de rayons planétaires côté nuit (plus de 2,5 millions de kilomètres). Elle englobe ainsi la plupart des satellites qui évoluent dans le plan équatorial d'Uranus, quasi perpendiculairement au plan de l'écliptique. En 1986, l'axe de rotation pointait en direction du Soleil et les lignes de champ magnétique s'enroulaient avec la rotation planétaire (en environ 17 heures) pour former une structure hélicoïdale dans la direction anti-solaire (côté nuit). Dans cette configuration, le plasma de la magnétosphère qui s'accumule au voisinage de l'équateur magnétique se vide périodiquement dans la queue magnétosphérique. Uranus possède ainsi une magnétosphère en forme de tire-bouchon, où la densité de plasma est beaucoup plus faible que dans les autres magnétosphères, mais son activité n'en est pas moins riche.



La magnétosphère d'Uranus au solstice en 1986, lors de son survol par Voyager 2. Le vent solaire arrive de la gauche. Entre les deux images, séparées d'environ 8 h 30, l'axe magnétique a fait un demi-tour.
© S. Bartlett, LASP, Univ. Colorado

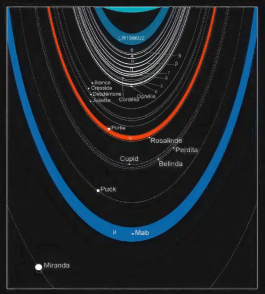
PARTICULES ÉNERGÉTIQUES ET AURORES

La partie la plus interne de la magnétosphère d'Uranus héberge des électrons et des protons très énergétiques qui sont piégés le long des lignes de champ magnétique et forment des ceintures de radiations, analogues en intensité à celles de la Terre. L'origine de ces ceintures reste incomprise car Uranus ne dispose apparemment pas de source de plasma importante permettant de les peupler.

Autre analogie avec la Terre, Jupiter et Saturne, des électrons énergétiques circulent le long des lignes magnétiques de haute latitude. Lorsqu'ils atteignent l'atmosphère, leur collision avec l'hydrogène produit des aurores ultraviolettes rayonnant une puissance de plusieurs gigawatts. Au-dessus de l'atmosphère, ces mêmes électrons produisent des ondes radio.
En 1986, les aurores étaient surtout produites du côté nuit de la magnétosphère, comme sur Terre. C'est la modulation périodique des émissions radio observées continûment par Voyager 2 qui a permis la première mesure de la période de rotation du champ magnétique, de 17 h 14 min 24 sec.
Depuis 2011 et la re-détection des aurores ultraviolettes d'Uranus avec le télescope spatial Hubble depuis la Terre, on a pu étudier la magnétosphère d'Uranus dans une autre configuration, près de l'équinoxe, où la géométrie du champ magnétique alterne de parallèle à perpendiculaire au vent solaire en quelques heures. Les aurores détectées, sporadiques et localisées du côté jour, ont été attribuées à l'interaction du vent solaire avec la magnétosphère. Leur analyse sur une période de plus de dix ans a permis d'obtenir une nouvelle valeur plus précise de la période de rotation interne d'Uranus, plus longue de 28 secondes.

SYSTÈME SOLAIRE

LE SYSTÈME D'ANNEAUX



Système d'anneaux d'Uranus et satellites internes. © wikipedia.org

Uranus dispose d'un riche système d'anneaux fins, elliptiques et poussiéreux. Sa structure est plus simple que celle des anneaux de Saturne mais plus complexe que celle des anneaux de Jupiter. Soupçonnés par Herschel, cinq anneaux principaux ont d'abord été identifiés formellement en 1977 par l'observation d'une occultation d'étoile avec le télescope de l'observatoire aéroporté Kuiper, et nommés d'après les cinq premières lettres de l'alphabet grec α, β, γ, δ et ε. Les observations directes de Voyager 2 puis les observations « par la tranche » du télescope spatial Hubble près de l'équinoxe de 2007 ont porté le nombre d'anneaux connus à 13. Ils sont délimités par l'anneau ζ, le plus interne, à environ 35 000 km (1,4 rayon uranien), et par l'anneau μ, le plus externe, à près de 100 000 km (4 rayons uraniens). L'origine de ces anneaux, âgés de seulement quelques centaines de millions d'années, reste mal comprise. L'anneau le plus interne, par exemple, a changé de structure au cours du temps. L'absence de spectrométrie infrarouge proche à bord de Voyager 2 a empêché de déterminer précisément la composition des anneaux, dont l'albédo très faible implique que les particules qui les constituent sont probablement très différentes de celles qui forment les anneaux brillants de Saturne.
Le système d'anneaux interagit de manière dynamique avec une cohorte de petits satellites réguliers et irréguliers. L'anneau 6 est par exemple encadré de deux satellites « bergers », Cordélia et Ophélie, qui permettent de maintenir sa cohésion. L'origine des satellites irréguliers reste également mal comprise. Ils pourraient correspondre à des centaures ou des comètes capturés gravitationnellement par Uranus.

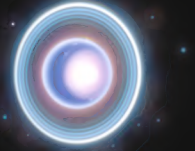
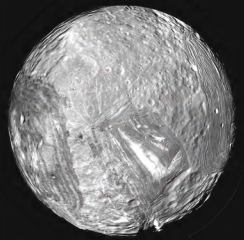


Image infrarouge d'Uranus, de ses anneaux et de huit petits satellites, obtenue avec le télescope spatial James Webb fin 2023. © NASA/ESA/CSA

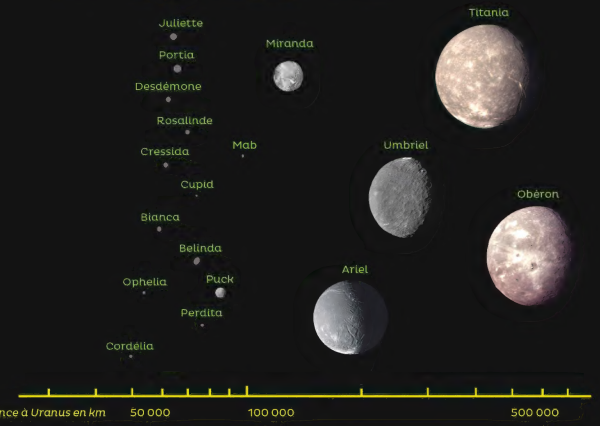
LES SATELLITES NATURELS

Au 1er mars 2024, Uranus possédait 28 satellites connus, dont 5 de grande taille (d'un diamètre supérieur à 450 km).
Les deux plus gros, Titania et Obéron, ont été découverts par William Herschel lui-même en 1787. Les trois suivants, Ariel et Umbriel puis Miranda, ont été découverts en 1851 et 1948. 11 des 13 plus petits satellites internes ont été découverts lors du survol de Voyager 2 en 1985-1986, les deux autres, plus petits, ayant été découverts plus récemment avec le télescope spatial Hubble. Enfin, 10 satellites lointains de plus de 8 km de diamètre (situés entre 3,7 et 28,5 millions de kilomètres d'Uranus, sur des orbites très excentriques et inclinées par rapport à son plan orbital) ont été découverts de 1997 à 2023 lors de recherches d'objets lointains avec des grands télescopes.

Vue depuis la Terre des quatre plus gros satellites d'Uranus (avec un télescope de 40 cm). Uranus, au centre, est saturée car 2 000 fois plus brillante. © N. Biver



Le satellite Miranda vu par la sonde Voyager 2, le 24 janvier 1986. © NASA/JPL-Caltech



MIRANDA

Miranda, avec un diamètre de 472 km, est la plus petite et la plus proche des lunes principales. Miranda orbite à une distance d'environ 130 000 km (soit 5 rayons uraniens). La sonde Voyager 2 a photographié la quasi-totalité de son hémisphère sud qui présente une étonnante diversité de reliefs. De nombreuses structures topographiques recouvrent un terrain cratérisé. Une falaise de 20 km de haut est visible sur le terminateur jour-nuit. Ces différentes structures pourraient être dues à d'anciens épisodes d'échauffement par effet de marée qui auraient provoqué des éruptions de matériaux fluides et des étirements de la croûte.

ARIEL

Ariel est le quatrième plus grand satellite d'Uranus, avec un diamètre de 1 158 km. Il est situé à 190 000 km (7,5 rayons uraniens). Découvert en 1851 par William Lassell, Ariel présente la surface la plus brillante parmi les satellites d'Uranus, avec des signes d'activité géologique récente comme des vallées et des réseaux de canyons.

UMBRIEL

Umbriel a un diamètre de 1 170 km, ce qui en fait le troisième plus grand satellite d'Uranus. Il orbite à près de 260 000 km (10,5 rayons uraniens) de la planète. Découvert également par William Lassell en 1851, Umbriel est connu pour être le plus sombre des grands satellites d'Uranus. Sa surface est principalement couverte de cratères, avec peu de signes d'activité géologique interne.

TITANIA

Titania est le plus grand satellite d'Uranus et le huitième plus grand satellite du Système solaire, avec un diamètre de 1 578 km. Il évolue à plus de 430 000 km (17 rayons uraniens), dans la partie la plus externe de la magnétosphère. Sa surface est caractérisée par des falaises abruptes et des canyons, ce qui suggère une activité géologique passée. Titania a été découvert par William Herschel en 1787.

OBÉRON

Obéron est le deuxième plus grand satellite d'Uranus avec un diamètre de 1 523 km. Situé à près de 580 000 km (23 rayons uraniens), il orbite en grande partie à l'extérieur de la magnétosphère, au contact du vent solaire. Sa surface est également marquée par des cratères et des creusasses. Comme Titania, Obéron a été découvert par William Herschel en 1787.

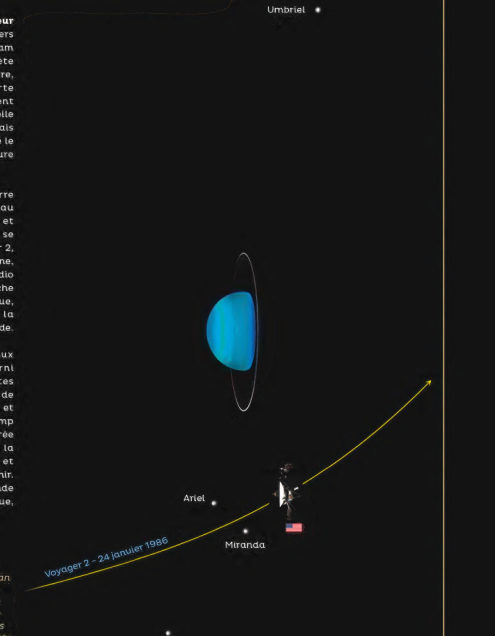
Ces satellites sont particulièrement intéressants car ils présentent une grande variété de caractéristiques géologiques qui témoignent de leur histoire complexe. Ils ont été nommés d'après des personnages des œuvres de William Shakespeare et d'Alexander Pope.

DÉCOUVERTE ET EXPLORATION SPATIALE D'URANUS

Bien que visible à l'œil nu pour un observateur averti comme une étoile faible parmi des milliers d'autres, il a fallu attendre 1781 pour que William Herschel découvre officiellement la planète Uranus avec son télescope de 15 cm de diamètre, en faisant la première planète découverte à l'époque moderne. Herschel a initialement proposé de la nommer Georgium Sidus, « étoile de George », en hommage au roi George III, mais la communauté des astronomes lui a préféré le nom d'Uranus pour préserver une nomenclature issue des mythologies grecque et romaine.

Bien qu'Uranus ait été observée depuis la Terre par de nombreux télescopes spatiaux et au sol dans les domaines visible, ultraviolet et infrarouge, l'exploration spatiale d'Uranus se résume au seul survol de la sonde NASA Voyager 2, le 24 janvier 1986. Comme pour Jupiter et Saturne, c'est la détection par Voyager 2 d'émissions radio de nature aurorale pendant la phase d'approche qui a révélé l'existence d'un champ magnétique, lequel fut ensuite mesuré sur place dans la magnétosphère par le magnétomètre de la sonde.

Voyager 2 a découvert plusieurs anneaux ainsi que onze petits satellites, et a fourni les premières images résolues des satellites principaux d'Uranus. La sonde a aussi permis de cartographier la température de la planète et a révélé la géométrie étonnante de son champ magnétique. C'est parce qu'elle n'a été explorée qu'une seule fois qu'Uranus est désormais la priorité des agences spatiales américaine et européenne pour l'exploration planétaire à venir. La mission envisagée sera composée d'une sonde orbitale et d'une sonde d'entrée atmosphérique, sur le modèle de la sonde Galileo.



Géométrie du survol d'Uranus par Voyager 2 le 24 janvier 1986, tel que vu du dessus du plan orbital d'Uranus autour du Soleil. Après être passée à 29 000 km de Miranda, la sonde est passée à 81 500 km au-dessus des nuages de la planète, avant de plonger trois heures plus tard dans l'ombre des anneaux et de la planète, en filant vers Neptune à 53 000 km/h. © NASA, Keok

LEXIQUE

- Albédo :
Pouvoir réflecteur, défini comme la fraction de l'énergie lumineuse reçue que réfléchit un corps.

- Ceinture de radiations :
Région de l'espace concentrant des particules chargées, fortement accélérées, piégées par le champ magnétique d'une planète et constituant en conséquence des « radiations » potentiellement dangereuses pour les engins spatiaux (comme par exemple la ceinture de Van Allen qui entoure la Terre).

- Centaures :
Astéroïdes glacés qui gravitent autour du Soleil entre Jupiter et Neptune.

- Dynamo :
L'effet dynamo correspond à des mouvements de matière dans l'intérieur planétaire, entretenus par la rotation et la convection, qui génèrent un champ magnétique à grande échelle.

- Magnétosphère :
La magnétosphère est une bulle magnétique entourant une planète, formée par son champ magnétique et qui dévie les particules chargées du vent solaire, créant un bouclier et une zone moins peuplée en plasma.
Sa frontière externe est la magnétopause. Le vent solaire étant supersonique, un choc d'étrave se forme en amont de la magnétopause.

- Pression (atmosphérique) :
La pression mesure la force exercée sur une surface.
Dans le cas de la pression atmosphérique, elle est exercée par les molécules d'air et vaut environ 1 bar à la surface terrestre, soit environ un poids de 1 kg par cm² de surface.
Elle diminue avec l'altitude.

- Planète externe :
Ce terme se réfère aux géantes gazeuses du système solaire, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, situées au-delà de la ceinture d'astéroïdes.
Elles se distinguent des « planètes internes » rocheuses.

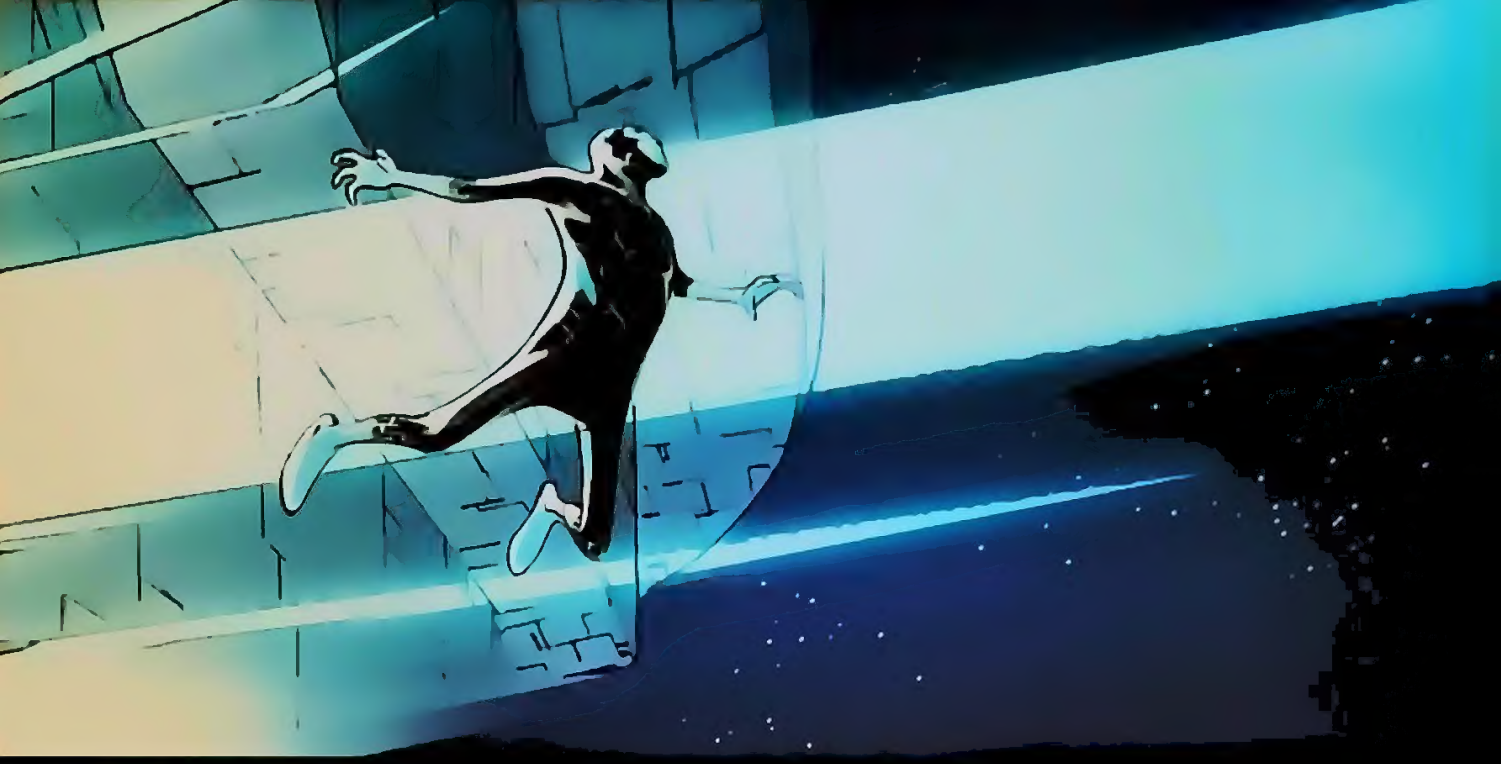
- Survol planétaire :
Manœuvre spatiale au cours de laquelle une sonde spatiale passe à proximité d'une planète pour recueillir des données scientifiques et/ou pour ajuster sa trajectoire dans l'espace, en accélérant ou en freinant selon les lois de la mécanique céleste.

- ua :
Unité astronomique (149 597 871 km, soit la distance moyenne Terre-Soleil).

Malgré nos recherches diligentes, avérées et sérieuses, nous ne sommes pas parvenus à identifier ou retrouver les titulaires des droits de certaines photographies reproduites dans cet ouvrage (article L.113-10 du Code de la propriété intellectuelle relatif aux œuvres orphelines – « © Droits réservés »). Tout titulaire de droits identifiant une de ses œuvres au sein du présent ouvrage est donc cordialement invité à prendre contact avec l'éditeur aux coordonnées susmentionnées.

© 2025 / Glénat bd.
Couvent Sainte-Cécile - 37, rue Servan - 38000 Grenoble.
Tous droits réservés pour tous pays.
Dépôt légal : avril 2025
ISBN : 978-2-3310-8660-1

Avec le soutien du
CNL
Centre national du livre
www.centrenationaldulivre.fr



URANUS À bord d'un vaisseau extraterrestre, une équipe de scientifiques terriens poursuit sa mission exploratoire et approche d'Uranus, une boule de gaz gelé qui fait quatre fois la taille de la Terre et décrit son orbite à 2,3 milliards de kilomètres de nous. Il lui faut 84 ans pour faire le tour du Soleil. Malgré les apparences, Uranus fourmille de sujets d'étude pour l'équipe terrienne : la géante de glace possède pas moins de 27 lunes rocheuses, et 13 anneaux planétaires l'entourent. Mais d'étranges perturbations mettent le vaisseau extraterrestre en péril. De plus, de nouveaux extraterrestres font partie de l'équipage. Face au danger, l'entente ne risque-t-elle pas d'être compromise ? Les Terriens pourront-ils survivre à leur mission ?

SYSTÈME SOLAIRE

Toutes ces questions et bien d'autres encore trouvent leurs réponses à travers un fabuleux voyage, là où l'être humain n'a jamais posé le pied. Dans le vaisseau de Clarke, prétexte à toutes les explorations, une équipe de scientifiques venus du monde entier découvre tour à tour Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, Vénus, Mercure et le Soleil, et en révèlent au mépris du danger et des pièges les plus inattendus, des secrets qui émerveillent. Derrière la fiction et le divertissement dans d'extraordinaires environnements, où chaque planète paraît à notre portée, la supervision précise et exigeante des astronomes à l'Observatoire de Paris permet de tout savoir sur le Système solaire.

ISBN 978-2-344-06059-9
9 782344 060599
CODE PRIX GL54 32.5980.8
www.glenat.com